

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月17日(17.09.2020)



(10) 国際公開番号

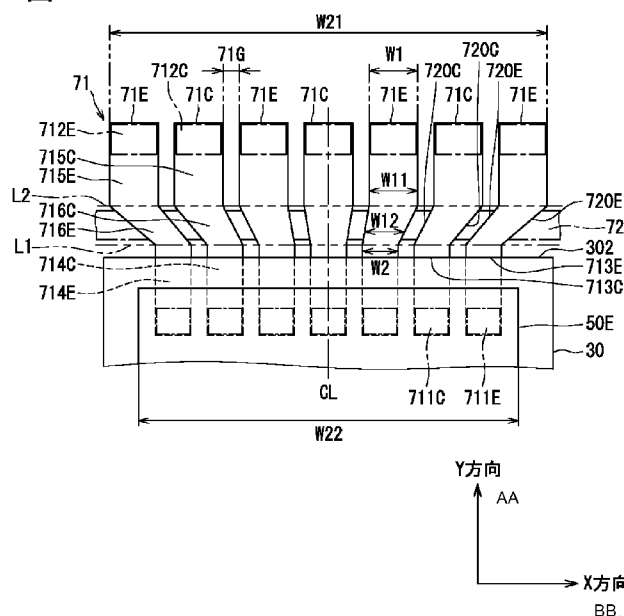
WO 2020/184053 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/48 (2006.01) *H01L 25/18* (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/005573
- (22) 国際出願日: 2020年2月13日(13.02.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-043887 2019年3月11日(11.03.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 三輪 亮太(MIWA Ryota); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 長瀬 拓生(NAGASE Takuo); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 石野 寛(ISHINO Hiroshi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順 姫(JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置

図5



AA Y direction
BB X direction

(57) Abstract: This semiconductor device comprises: a semiconductor element (40) that has a first main electrode (41C) and a second main electrode (41E) through which a main current flows between the first main electrode and the second main electrode; a sealing resin body (30) that seals the semiconductor element; and first main terminals (71C) and second main terminals (71E) that are a plurality of main terminals (71) electrically connected to the corresponding main electrodes inside the sealing resin body and extending outward from the sealing resin body. The main terminals protrude from

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

one surface (302) of the sealing resin body, and the first main terminals and the second main terminals are alternately arranged such that side surfaces (710C, 710E) face each other in a direction orthogonal to the thickness direction of the semiconductor element. The width of a protrusion portion of the main terminal in one direction is greater in external connection parts (712C, 712E) to which other members are connected than in boundary parts (713C, 713E) with the sealing resin body.

(57) 要約: 半導体装置は、第1主電極(41C)及び第1主電極との間に主電流が流れる第2主電極(41E)を有する半導体素子(40)と、半導体素子を封止する封止樹脂体(30)と、封止樹脂体の内部において対応する主電極と電気的に接続され、封止樹脂体の外へ延設された複数の主端子(71)である第1主端子(71C)、及び、第2主端子(71E)と、を備える。主端子は、封止樹脂体の一面(302)から突出しており、第1主端子及び第2主端子は、半導体素子の厚み方向に直交する一方向において、側面(710C, 710E)が互いに対向するように交互に配置される。主端子の突出部分における一方向の幅は、封止樹脂体との境界部(713C, 713E)よりも他の部材が接続される外部接続部(712C, 712E)のほうが広くされている。

明 細 書

発明の名称：半導体装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2019年3月11日に提出された日本国特許出願2019-43887号に基づくものであり、ここにその記載内容を参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、半導体装置に関する。

背景技術

[0003] 特許文献1には、半導体装置が提案されている。半導体装置は、第1主電極及び第2主電極を有する半導体素子と、半導体素子を封止する封止樹脂体と、対応する主電極と電気的に接続された主端子（端子部）を備えている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：JP 2015-82614 A

発明の概要

[0005] 特許文献1の半導体装置は、主端子として、第1主電極に接続された第1主端子と、第2主電極に接続された第2主端子を、ひとつずつ有している。インダクタンスのさらなる低減が求められている。

[0006] 半導体装置において、すべての主端子が、封止樹脂体の一面から封止樹脂体の外へ突出している。したがって、通電による主端子の温度上昇に基づく影響が懸念されるおそれがある。

[0007] 本開示の目的は、インダクタンスを低減しつつ、主端子の温度上昇を抑制できる半導体装置を提供することにある。

[0008] 本開示の一態様によると、半導体装置は、主電極として第1主電極及び第1主電極との間に主電流が流れる第2主電極を有する少なくともひとつの半導体素子と、半導体素子を封止する封止樹脂体と、封止樹脂体の内部におい

て対応する主電極と電氣的に接続され、他の部材との接続のために封止樹脂体の外へ延設された複数の主端子であって、第1主電極と電氣的に接続された第1主端子、及び、第2主電極と電氣的に接続された第2主端子と、を備えている。

[0009] すべての主端子は、封止樹脂体の一面から突出している。

[0010] そして、第1主端子及び第2主端子は、半導体素子の厚み方向に直交する一方向において、側面が互いに対向するように交互に配置され、主端子の突出部分における一方向の幅は、封止樹脂体との境界部よりも他の部材が接続される外部接続部のほうが広くされている。

[0011] 本開示の一態様によると、半導体装置において、側面が互いに対向するように、第1主端子と第2主端子とが交互に配置されている。半導体装置において、第1主端子と第2主端子との対向する側面の組が複数形成される。これにより、インダクタンスを低減することができる。

[0012] 一方、すべての主端子が封止樹脂体の一面から引き出される構成において、すべての端子が配置される領域の幅は、境界部において、一面の幅未満とされる。比較例として、主端子が、封止樹脂体の内外にわたって、一方向と直交する方向に延設されている構成を想定する。この構成では、インダクタンスを低減すべく主端子の本数を増やすほど、端子間のギャップが占める割合が大きくなる。主端子の通電領域が小さくなるため、たとえばDC電流が流れにくくなり、通電による主端子の温度上昇に基づく影響が懸念されるおそれがある。DC電流は、半導体素子がオンしている定常時に流れる電流である。

[0013] 本開示の一態様による半導体装置では、主端子の突出部分において、境界部の幅よりも、外部接続部の幅のほうが広くされている。主端子が封止樹脂体の一面から同一幅で引き出される構成に較べて、主端子の通電領域が大きい。また、封止樹脂体の外において、主端子による放熱面積が大きくされている。したがって、主端子の温度上昇を抑制することができる。

[0014] 以上により、インダクタンスを低減しつつ、主端子の温度上昇を抑制でき

る半導体装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] 本開示についての上記および他の目的、特徴や利点は、添付図面を参照した下記詳細な説明から、より明確になる。添付図面において、

[0016] [図1]図1は、第1実施形態の半導体装置が適用される電力変換装置の概略構成を示す図である。

[図2]図2は、半導体装置を示す平面図である。

[図3]図3は、図2をA方向から見た平面図である。

[図4]図4は、図2のV-V線に沿う断面図である。

[図5]図5は、図2において、主端子周辺を拡大した図である。

[図6]図6は、参考例において、主端子の本数と、インダクタンス、端子温度との関係を示す図である。

[図7]図7は、近接効果を示す図である。

[図8]図8は、第2実施形態の半導体装置において、主端子周辺を拡大した図である。

[図9]図9は、半導体モジュール及び積層体を示す平面図である。

[図10]図10は、第3実施形態の半導体装置を備えた半導体モジュールにおいて、主端子周辺を拡大した図である。

[図11]図11は、第4実施形態の半導体装置を示す図である。

[図12]図12は、図11のV-V線に沿う断面図である。

[図13]図13は、図11のV-V線に沿う断面図である。

[図14]図14は、図11に示す領域X-Vを拡大した図である。

発明を実施するための形態

[0017] 図面を参照しながら、複数の実施形態を説明する。複数の実施形態において、機能的に及び／又は構造的に対応する部分には同一の参照符号を付与する。複数の実施形態において、相互に記載を援用することができる。以下において、半導体素子の厚み方向をZ方向、Z方向に直交する一方向をX方向と示す。また、Z方向及びX方向の両方向に直交する方向をY方向と示す。

特に断わりのない限り、上記したX方向及びY方向により規定されるX Y面に沿う形状を平面形状とする。

[0018] (第1実施形態)

先ず、図1に基づき、半導体装置が適用される電力変換装置について説明する。

[0019] <電力変換装置>

図1に示す電力変換装置1は、たとえば電気自動車やハイブリッド自動車に搭載される。電力変換装置1は、直流電源2とモータジェネレータ3との間で電力変換を行う。

[0020] 直流電源2は、リチウムイオン電池やニッケル水素電池などの充放電可能な二次電池である。モータジェネレータ3は、三相交流方式の回転電機である。モータジェネレータ3は、車両の走行駆動源、すなわち電動機として機能する。モータジェネレータ3は、回生時に発電機として機能する。

[0021] 電力変換装置1は、平滑コンデンサ4と、電力変換器であるインバータ5を有している。平滑コンデンサ4の正極側端子は、直流電源2の高電位側の電極である正極に接続され、負極側端子は、直流電源2の低電位側の電極である負極に接続されている。インバータ5は、入力された直流電力を所定周波数の三相交流に変換し、モータジェネレータ3に出力する。インバータ5は、モータジェネレータ3により発電された交流電力を、直流電力に変換する。インバータ5は、DC-A C変換部である。

[0022] インバータ5は、三相分の上下アーム回路6を備えて構成されている。各相の上下アーム回路6は、正極側の電源ラインである高電位電源ライン7と、負極側の電源ラインである低電位電源ライン8の間で、2つのアームが直列に接続されてなる。各相の上下アーム回路6において、上アームと下アームの接続点は、モータジェネレータ3への出力ライン9に接続されている。

[0023] 本実施形態では、各アームを構成するスイッチング素子として、nチャンネル型の絶縁ゲートバイポーラトランジスタ6i（以下、IGBT6iと示す）を採用している。IGBT6iのそれぞれには、還流用のダイオードであ

るFWD 6 dが逆並列に接続されている。一相分の上下アーム回路6は、2つのIGBT 6 iを有して構成されている。上アームにおいて、IGBT 6 iのコレクタ電極が、高電位電源ライン7に接続されている。下アームにおいて、IGBT 6 iのエミッタ電極が、低電位電源ライン8に接続されている。そして、上アームにおけるIGBT 6 iのエミッタ電極と、下アームにおけるIGBT 6 iのコレクタ電極が相互に接続されている。

[0024] 電力変換装置1は、上記した平滑コンデンサ4及びインバータ5に加えて、インバータ5とは別の電力変換器であるコンバータ、インバータ5やコンバータを構成するスイッチング素子の駆動回路などを備えてもよい。コンバータは、直流電圧を異なる値の直流電圧に変換するDC-DC変換部である。

[0025] <半導体装置の概略構造>

次いで、図2～図4に基づき、半導体装置20の概略構造について説明する。図2～図4に示すように、半導体装置20は、封止樹脂体30と、半導体素子40と、ヒートシンク50と、ターミナル60と、主端子71及び信号端子73を含むリードフレーム70を備えている。図4では、便宜上、主端子71Eについても図示している。

[0026] 封止樹脂体30は、半導体装置20を構成する他の要素の一部を封止している。他の要素の残りは、封止樹脂体30の外に露出されている。封止樹脂体30は、たとえば半導体素子40を封止している。封止樹脂体30は、半導体装置20を構成する他の要素間に形成された接続部分を封止している。たとえば、封止樹脂体30は、半導体素子40とヒートシンク50との接続部分を封止している。封止樹脂体30は、半導体素子40とターミナル60との接続部分を封止している。封止樹脂体30は、ターミナル60とヒートシンク50との接続部分を封止している。封止樹脂体30は、ヒートシンク50と主端子71との接続部分を封止している。

[0027] 封止樹脂体30は、たとえばエポキシ系樹脂からなる。封止樹脂体30は、たとえばトランスファモールディング法により成形されている。封止樹脂体30

は、モールド樹脂と称されることがある。図2及び図3などに示すように、封止樹脂体30は、Z方向において、一面300と、一面300とは反対の裏面301を有している。一面300及び裏面301は、たとえば平坦面となっている。

[0028] 封止樹脂体30は、一面300と裏面301とをつなぐ側面を有している。図2に示すように、本実施形態の封止樹脂体30は、平面略矩形状をなしている。封止樹脂体30は、主端子71が外部に突出する側面302と、信号端子73が外部に突出する側面303を有している。側面303は、Y方向において側面302とは反対の面である。

[0029] 半導体素子40は、Si、SiC、GaNなどの半導体基板に、素子が形成されてなる。半導体装置20は、少なくともひとつの半導体素子40を備えている。半導体素子40は、ゲート電極と、主電流が流れる主電極41を有している。半導体素子40は、上記したアームのひとつを構成する。半導体素子40は、半導体チップと称されることがある。

[0030] 本実施形態では、半導体基板に、上記したIGBT6i及びFWD6dが形成されている。このように、半導体素子40として、RC(Reverse Conducting)－IGBTを採用している。また、半導体基板に形成された素子が、Z方向に主電流が流れるように縦型構造をなしている。図示を省略するが、ゲート電極は、たとえばトレンチ構造をなしている。図4に示すように、半導体素子40は、自身の厚み方向、すなわちZ方向の両面に主電極を有している。

[0031] 具体的には、主電極41として、一面側にコレクタ電極41Cを有し、一面とは反対の裏面側にエミッタ電極41Eを有している。コレクタ電極41Cは、FWD6dのカソード電極を兼ねている。エミッタ電極41Eは、FWD6dのアノード電極を兼ねている。コレクタ電極41Cは、一面のほぼ全域に形成されている。エミッタ電極41Eは、裏面の一部に形成されている。コレクタ電極41Cが第1主電極に相当し、エミッタ電極41Eが第2主電極に相当する。

[0032] 図2及び図4に示すように、半導体素子40は、エミッタ電極41Eの形成面に、信号用の電極であるパッド42を有している。パッド42は、エミッタ電極41Eとは別の位置に形成されている。パッド42は、エミッタ電極41Eと電氣的に分離されている。半導体素子40は、平面略矩形状をなしている。パッド42は、Y方向において、エミッタ電極41Eの形成領域とは反対側の端部に形成されている。

[0033] 半導体素子40は、たとえば5つのパッド42を有している。具体的には、パッド42として、ゲート電極用、エミッタ電極41Eの電位検出用、電流センス用、半導体素子40の温度検出用を有している。温度検出用のパッド42として、温度検出素子である感温ダイオードのアノード電位用と、カソード電位用を有している。5つのパッド42は、X方向に並んで形成されている。

[0034] 半導体素子40において、主電極41、パッド42などの電極の構成材料としては、たとえばAl系の材料を用いることができる。はんだなどによって接合される場合には、材料としてCuを含むとよい。たとえばAlCuSiを用いることができる。

[0035] ヒートシンク50は、Z方向において半導体素子40を挟むように配置されている。ヒートシンク50は、少なくとも半導体素子40の生じた熱を放熱する機能を果たす。このため、ヒートシンク50は、放熱部材と称されることがある。本実施形態のヒートシンク50は、半導体素子40と主端子71との間を電氣的に接続する配線としても機能する。ヒートシンク50は、インバータ5の主回路を構成する。このため、ヒートシンク50は、配線部材と称されることがある。

[0036] ヒートシンク50としては、たとえば金属板、樹脂やセラミックスなどの電気絶縁体と金属体との複合材、を採用することができる。ヒートシンク50Cとヒートシンク50Eとで、同じ種類の部材を用いてもよいし、互いに異なる部材を用いてもよい。本実施形態では、Cuを含む金属板を用いて、ヒートシンク50が形成されている。

[0037] ヒートシンク50は、半導体素子40を挟むように対をなして設けられている。半導体装置20は、一对のヒートシンク50として、コレクタ電極41C側に配置されたヒートシンク50Cと、エミッタ電極41E側に配置されたヒートシンク50Eを有している。ヒートシンク50が放熱部材に相当する。ヒートシンク50Cが第1放熱部材に相当し、ヒートシンク50Eが第2放熱部材に相当する。

[0038] ヒートシンク50C、50Eは、Z方向からの平面視において、半導体素子40を内包するように設けられている。ヒートシンク50Cは、Z方向において、半導体素子40側の実装面500Cと、実装面500Cとは反対の放熱面501Cを有している。同様に、ヒートシンク50Eは、実装面500Eと、放熱面501Eを有している。実装面500C、500Eは、Z方向において互いに対向している。実装面500C、500Eは、互いに略平行とされている。本実施形態のヒートシンク50C、50Eは、平面略矩形状をなしている。ヒートシンク50C、50Eは、互いにほぼ同じ形状及び大きさをなしている。ヒートシンク50C、50Eは、Z方向からの平面視において互いにほぼ一致するように配置されている。

[0039] ヒートシンク50C、50Eそれぞれの少なくとも一部は、封止樹脂体30によって封止されている。本実施形態では、ヒートシンク50Cの放熱面501Cが、封止樹脂体30から露出されている。放熱面501Cは、一面300と略面一とされている。ヒートシンク50Cの表面のうち、コレクタ電極41Cとの接続部、放熱面501C、対応する主端子71Cとの接続部、を除く部分が、封止樹脂体30によって覆われている。同様に、ヒートシンク50Eの放熱面501Eが、封止樹脂体30から露出されている。放熱面501Eは、裏面301と略面一とされている。ヒートシンク50Eの表面のうち、ターミナル60との接続部、放熱面501E、対応する主端子71Eとの接続部、を除く部分が、封止樹脂体30によって覆われている。

[0040] ヒートシンク50Cの実装面500Cには、接合部材80を介して、半導体素子40のコレクタ電極41Cが接続されている。ヒートシンク50Eの

実装面500Eには、接合部材80を介して、ターミナル60が接続されている。接合部材80として、はんだや、Agなどを含む導電性ペーストを用いることができる。本実施形態では、接合部材80として、はんだを用いている。

[0041] ターミナル60は、エミッタ電極41Eとヒートシンク50Eとを電氣的に接続する配線として機能する。ターミナル60は、半導体素子40の生じた熱を放熱する機能を果たす。ターミナル60は、導電性及び熱伝導性に優れる材料、たとえばCuなどの金属材料を用いて形成されている。ターミナル60は、Z方向の平面視において、エミッタ電極41Eとほぼ一致するように設けられている。ターミナル60は、略直方体状をなしている。ターミナル60において、ヒートシンク50Eとの接続面と反対の面には、接合部材80を介して半導体素子40のエミッタ電極41Eが接続されている。

[0042] リードフレーム70は、外部接続端子として、主端子71と、信号端子73を有している。リードフレーム70は、ヒートシンク50とは別部材として構成されている。リードフレーム70は、Cuなどを材料とする金属板を、プレスなどによって加工してなる。

[0043] 主端子71は、主電流が流れる外部接続端子である。リードフレーム70は、複数の主端子71を有している。主端子71は、半導体素子40の対応する主電極と電氣的に接続されている。半導体装置20は、主端子71として、コレクタ電極41Cに対応する主端子71Cと、エミッタ電極41Eに対応する主端子71Eを有している。主端子71Cが第1主端子に相当し、主端子71Eが第2主端子に相当する。主端子71Cは、コレクタ端子と称されることがある。主端子71Eは、エミッタ端子と称されることがある。

[0044] 主端子71のそれぞれは、封止樹脂体30の内外にわたって延設されている。主端子71は、封止樹脂体30内から、Y方向であって半導体素子40に対して遠ざかる方向に延びている。すべての主端子71は、封止樹脂体30の側面302から外部に突出している。主端子71において、少なくとも突出部分は、X方向に並んでいる。主端子71の詳細については、後述する

。

[0045] 信号端子 73 は、対応する半導体素子 40 のパッド 42 に接続されている。リードフレーム 70 は、複数の信号端子 73 を有している。信号端子 73 は、封止樹脂体 30 の内部でパッド 42 に接続されている。各パッド 42 に接続された 5 つの信号端子 73 は、それぞれ Y 方向であって半導体素子 40 から離れる方向に延びている。信号端子 73 は、X 方向に並んで配置されている。すべての信号端子 73 は、封止樹脂体 30 の側面 303 から外部に突出している。本実施形態の信号端子 73 は、ボンディングワイヤ 81 を介してパッド 42 に接続されている。なお、ボンディングワイヤ 81 に代えて、接合部材 80 を用いてもよい。

[0046] 以上のように構成される半導体装置 20 では、封止樹脂体 30 により、半導体素子 40、ヒートシンク 50 それぞれの一部、ターミナル 60、主端子 71 それぞれの一部、及び信号端子 73 それぞれの一部が、一体的に封止されている。すなわち、ひとつのアームを構成する要素が封止されている。このような半導体装置 20 は、1 in 1 パッケージと称されることがある。

[0047] <主端子>

次いで、図 2～図 5 に基づき、半導体装置 20 の主端子 71 及びその周辺構造について説明する。図 5 には、便宜上、タイバー 72 を参考線で示している。

[0048] 図 4 に示すように、主端子 71 は、対応するヒートシンク 50 に接続されている。主端子 71 において、ヒートシンク 50 との接続部分は、封止樹脂体 30 によって封止されている。半導体装置 20 は、主端子 71C, 71E の少なくとも一方を複数有している。半導体装置 20 は、3 本以上の主端子 71 を備えている。

[0049] 図 2、図 4、及び図 5 に示すように、主端子 71C, 71E は、並び方向である X 方向において、交互に配置されている。交互とは、並び方向において、主端子 71C と主端子 71E とが隣り合う配置である。隣り合う主端子 71C, 71E において、側面 710C, 710E が互いに対向している。

主端子 71C, 71E は、板面同士が対向するのではなく、側面 710C, 710E 同士が対向するように配置されている。図 3 に示すように、半導体装置 20 は、対向する側面 710C, 710E を複数組有している。

[0050] 隣り合う主端子 71C, 71E は、その全長の一部において対向している。隣り合う主端子 71C, 71E は、板厚方向の少なくとも一部において対向している。たとえば板厚方向にずれた配置としてもよい。好ましくは、対向する側面 710C, 710E のひとつが、他のひとつと厚み方向の全域で対向する配置がよい。

[0051] 交互の最小構成は、2 本の主端子 71C と 1 本の主端子 71E の組み合わせ、又は、1 本の主端子 71C と 2 本の主端子 71E の組み合わせである。たとえば 2 本の主端子 71C と 1 本の主端子 71E の場合、並び方向において、主端子 71C、主端子 71E、主端子 71C の順の配置となる。この場合、互いに対向する側面 710C, 710E が 2 組形成される。

[0052] 本実施形態では、半導体装置 20 が、7 本の主端子 71 を備えている。半導体装置 20 は、3 本の主端子 71C と、4 本の主端子 71E を備えている。半導体装置 20 は、対向する側面 710C, 710E を 8 組有している。主端子 71 の板厚は、全長でほぼ均一とされている。主端子 71C の板厚と主端子 71E の板厚は、互いに略等しくされている。主端子 71 の突出部分は、Z 方向においてほぼ同じ位置に配置されている。突出部分において、隣り合う主端子 71C, 71E は、厚み方向のほぼ全域で対向している。

[0053] 主端子 71 は、図 4 に示すように、封止樹脂体 30 内に屈曲部分を有している。屈曲部分よりも半導体素子 40 から離れた部分において、隣り合う主端子 71C, 71E が対向している。主端子 71C, 71E は、Z 方向において実装面 500C, 500E の間の位置で、封止樹脂体 30 から突出している。主端子 71C, 71E は、YZ 平面においてクランク形状をなしている。

[0054] 図 5 に示すように、主端子 71C は、内部接続部 711C と、外部接続部 712C と、境界部 713C と、狭幅部 714C と、拡幅部 715C と、繋

ぎ部 7 1 6 C を有している。同様に、主端子 7 1 E は、内部接続部 7 1 1 E と、外部接続部 7 1 2 E と、境界部 7 1 3 E と、狭幅部 7 1 4 E と、拡幅部 7 1 5 E と、繋ぎ部 7 1 6 E を有している。

[0055] 内部接続部 7 1 1 C, 7 1 1 E 及び外部接続部 7 1 2 C, 7 1 2 E は、主端子 7 1 C, 7 1 E において、別の部材が接続される端子部である。内部接続部 7 1 1 C, 7 1 1 E は、封止樹脂体 3 0 内に設けられた接続部である。内部接続部 7 1 1 C, 7 1 1 E は、対応するヒートシンク 5 0 C, 5 0 E に接続されている。外部接続部 7 1 2 C, 7 1 2 E は、封止樹脂体 3 0 の外に設けられた接続部である。外部接続部 7 1 2 C, 7 1 2 E には、半導体装置 2 0 を構成する要素とは別の要素、すなわち、他の部材が接続される。

[0056] たとえば半導体装置 2 0 が上アームを構成する場合、外部接続部 7 1 2 C には高電位電源ライン 7 を構成するバスバーが接続され、外部接続部 7 1 2 E には出力ライン 9 を構成するバスバーが接続される。半導体装置 2 0 が下アームを構成する場合、外部接続部 7 1 2 C には出力ライン 9 を構成するバスバーが接続され、外部接続部 7 1 2 E には低電位電源ライン 8 を構成するバスバーが接続される。

[0057] 本実施形態では、延設方向において、主端子 7 1 C, 7 1 E の一端に内部接続部 7 1 1 C, 7 1 1 E が設けられ、他端に外部接続部 7 1 2 C, 7 1 2 E が設けられている。図 4 に示すように、内部接続部 7 1 1 C は、接合部材 8 0 を介して、ヒートシンク 5 0 C の実装面 5 0 0 C に接続されている。内部接続部 7 1 1 E は、接合部材 8 0 を介して、ヒートシンク 5 0 E の実装面 5 0 0 E に接続されている。内部接続部 7 1 1 C, 7 1 1 E は、ヒートシンク 5 0 C, 5 0 E において信号端子 7 3 とは反対側の端部付近に接続されている。

[0058] 境界部 7 1 3 C, 7 1 3 E は、主端子 7 1 C, 7 1 E において、側面 3 0 2 から封止樹脂体 3 0 の外へ突出した部分と、封止樹脂体 3 0 により被覆された部分との境界部分である。境界部 7 1 3 C, 7 1 3 E は、突出部分の根元の部分といえる。境界部 7 1 3 C, 7 1 3 E は、内部接続部 7 1 1 C, 7

11Eと外部接続部712C、712Eとの間に設けられている。

[0059] 図5に示すように、主端子71C、71Eにおいて、外部接続部712C、712Eの幅をW1、境界部713C、713Eの幅をW2と定義する。図5では、幅W1、W2を、ひとつの主端子71Eについて例示している。幅W1、W2は、ひとつの主端子71内において、異なる部分の長さである。幅とは、主端子71において、並び方向であるX方向に沿う長さである。主端子71Cのそれぞれにおいて、外部接続部712Cの幅W1は、境界部713Cの幅W2よりも広くされている。主端子71Eのそれぞれにおいて、外部接続部712Eの幅W1は、境界部713Eの幅W2よりも広くされている。また、すべての主端子71において、外部接続部712C、712Eの幅W1が互いに略等しくされている。すべての主端子71において、境界部713C、713Eの幅W2が互いに略等しくされている。

[0060] 狭幅部714C、714E及び拡幅部715C、715Eは、主端子71C、71Eにおいて、並び方向に対して直交する方向、すなわちY方向に延設された部分である。主端子71Cのそれぞれにおいて、狭幅部714Cは、境界部713Cを含み、封止樹脂体30の内外にわたって延設された部分である。同様に、主端子71Eのそれぞれにおいて、狭幅部714Eは、境界部713Eを含み、封止樹脂体30の内外にわたって延設された部分である。主端子71Cのそれぞれにおいて、拡幅部715Cは、外部接続部712Cを含み、狭幅部714Cよりも幅が広くされた部分である。主端子71Eのそれぞれにおいて、拡幅部715Eは、外部接続部712Eを含み、狭幅部714Eよりも幅が広くされた部分である。拡幅部715C、715Eの一端に、外部接続部712C、712Eが設けられている。

[0061] 本実施形態では、狭幅部714C、714Eが、対応する内部接続部711C、711Eを含んでいる。狭幅部714C、714Eの一端に、内部接続部711C、711Eが設けられている。よって、狭幅部714C、714Eの幅が上記した幅W2とされ、拡幅部715C、715Eの幅が上記した幅W1とされている。狭幅部714C、714Eは、幅W2で延設されて

いる。拡幅部 7 1 5 C, 7 1 5 E は、幅 W 1 で延設されている。また、すべての主端子 7 1 において、拡幅部 7 1 5 C, 7 1 5 E の幅 W 1 が互いに略等しくされている。すべての主端子 7 1 において、狭幅部 7 1 4 C, 7 1 4 E の幅 W 2 が互いに略等しくされている。

[0062] 繋ぎ部 7 1 6 C は、一端が狭幅部 7 1 4 C に連なり、他端が拡幅部 7 1 5 C に連なっている。同様に、繋ぎ部 7 1 6 E は、一端が狭幅部 7 1 4 E に連なり、他端が拡幅部 7 1 5 E に連なっている。繋ぎ部 7 1 6 C, 7 1 6 E は、対応する狭幅部 7 1 4 C, 7 1 4 E と拡幅部 7 1 5 C, 7 1 5 E とを繋いでいる。繋ぎ部 7 1 6 C, 7 1 6 E は、境界部 7 1 3 C, 7 1 3 E よりも幅の広い部分を含んでいる。主端子 7 1 それぞれの境界部 7 1 3 C, 7 1 3 E から外部接続部 7 1 2 C, 7 1 2 E までの延設部分において、任意の第 1 位置の幅 W 1 1 が、任意の第 2 位置の幅 W 1 2 以上とされている。第 2 位置は、第 1 位置よりも封止樹脂体 3 0 の側面 3 0 2 に近い位置である。図 5 では、ひとつの主端子 7 1 E において、幅 W 1 1, W 1 2 を例示している。

[0063] 本実施形態では、繋ぎ部 7 1 6 C, 7 1 6 E の幅が、拡幅部 7 1 5 C, 7 1 5 E に近づくほど広くされている。繋ぎ部 7 1 6 C, 7 1 6 E は、狭幅部 7 1 4 C, 7 1 4 E 側から拡幅部 7 1 5 C, 7 1 5 E 側に向けて徐々に幅が広がっている。繋ぎ部 7 1 6 C, 7 1 6 E において、幅 W 1 1 は幅 W 1 2 よりも広がっている。

[0064] 隣り合う主端子 7 1 C, 7 1 E 間のギャップ 7 1 G は、対向領域の全長でほぼ一定とされている。隣り合う主端子 7 1 C, 7 1 E において、境界部 7 1 3 C, 7 1 3 E 間のギャップ 7 1 G と、外部接続部 7 1 2 C, 7 1 2 E 間のギャップ 7 1 G とは、互いに略等しくされている。ギャップ 7 1 G は、主端子 7 1 C, 7 1 E の間で電気的な絶縁を確保できる所定の間隔とされている。ギャップ 7 1 G は、複数の主端子 7 1 において一定とされている。

[0065] このため、並び方向において主端子 7 1 の中心から遠ざかるほど、Y 方向に対する繋ぎ部 7 1 6 C, 7 1 6 E の傾斜角が大きくなっている。換言すれば、中心から遠ざかるほど、対応する狭幅部 7 1 4 C, 7 1 4 E と拡幅部 7

15C, 715EとのX方向の位置のずれが大きくなっている。X方向の位置のずれとは、幅の中心位置のずれである。傾斜角とは、幅の中心位置を通る仮想線とY方向に沿う仮想線とがなす角度である。そして、主端子71の配置領域の幅W21が、ヒートシンク50（金属体）の幅W22よりも広くされている。主端子71の配置領域とは、主端子71の並び方向において両端の主端子71の外－外間の領域であり、以下において、端子領域と示す。端子領域は、外部接続部712C, 712Eを含む部分において、ヒートシンク50よりも幅広とされている。上記した主端子71の中心とは、端子領域の中心である。

[0066] 主端子71の中心は、半導体素子40の素子的中心を通る中心線CLと略一致している。主端子71C, 71Eは、図5に示すように、中心線CLに対して線対称配置とされている。素子的中心とは、本実施形態のように半導体素子40がひとつの場合、半導体素子40の中心である。半導体素子40がたとえば2つの場合、2つの半導体素子40の並び方向において中心間の中央位置である。中心線CLは、X方向に直交し、素子的中心を通る仮想線である。図5に示す中心線CLは、図3において断面指示の一点鎖線位置に設けられる。

[0067] さらに主端子71C, 71Eは、タイバー痕720C, 720Eを有している。タイバー痕720C, 720Eは、タイバー72の連結部分及びその近傍に形成されている。タイバー痕720C, 720Eは、タイバー72の切断痕である。タイバー72は、封止樹脂体30の成形後に、リードフレーム70の不要部分として除去される。タイバー72の除去により、半導体装置20において、主端子71Cと主端子71Eとが電氣的に分離されている。

[0068] 図5に参考線で示すように、切断前の状態で、タイバー72は、繋ぎ部716C, 716Eに連なっている。タイバー72は、繋ぎ部716C, 716Eを、互いに連結するとともに、リードフレーム70の図示しない外周フレームに固定している。繋ぎ部716C, 716Eの一端は狭幅部714C

， 7 1 4 E に連なっており、他端は拡幅部 7 1 5 C， 7 1 5 E に連なっている。タイバー 7 2 は、繋ぎ部 7 1 6 C， 7 1 6 E の一端よりも他端に近い位置に設けられ、他端よりも一端に近い位置に設けられている。タイバー 7 2 は、狭幅部 7 1 4 C， 7 1 4 E 及び拡幅部 7 1 5 C， 7 1 5 E とは離れて設けられている。

[0069] これにより、タイバー痕 7 2 0 C， 7 2 0 E も、繋ぎ部 7 1 6 C， 7 1 6 E の一端よりも他端に近い位置に設けられ、他端よりも一端に近い位置に設けられている。タイバー痕 7 2 0 C， 7 2 0 E は、狭幅部 7 1 4 C， 7 1 4 E 及び拡幅部 7 1 5 C， 7 1 5 E とは離れて設けられている。

[0070] <第 1 実施形態のまとめ>

本実施形態の半導体装置 2 0 によると、主端子 7 1 C， 7 1 E が、交互に配置されている。そして、隣り合う主端子 7 1 C， 7 1 E の側面 7 1 0 C， 7 1 0 E 同士が対向している。主端子 7 1 C と主端子 7 1 E とで、主電流の向きは略逆向きとなる。これにより、主電流が流れたときに生じる磁束を互いに打ち消し、インダクタンスを低減することができる。側面は、板厚方向の面である板面に較べて小さいが、主端子 7 1 は、対向する側面 7 1 0 C， 7 1 0 E を、複数組有している。したがって、インダクタンスを効果的に低減することができる。また、同じ種類的主端子 7 1 C， 7 1 E をそれぞれ複数本にして並列化している。これによっても、インダクタンスを低減することができる。

[0071] 図 6 は、参考例について、主端子の合計本数と、インダクタンス、端子温度との関係を示している。参考例では、主端子 7 1 の幅を全長で等しいものとした。また、端子領域の幅を一定とした。図 6 より、主端子の本数が増える、すなわち対向する側面の組が増えるほど、インダクタンスを低減できることが明らかである。

[0072] 本実施形態では、主端子 7 1 C を 3 本、主端子 7 1 E を 4 本有している。よって、インダクタンスを効果的に低減することができる。これにより、 I G B T 6 i のスイッチングにともなって生じるサージ電圧を低減することが

できる。

[0073] 一方、すべての主端子が封止樹脂体の一面から引き出される構成において、端子領域の幅は、境界部において、一面の幅未満とされる。比較例として、主端子は、幅一定で封止樹脂体の内から外に引き出されている構成を想定する。この構成では、インダクタンスを低減すべく主端子の本数を増やすほど、端子間のギャップが占める割合が大きくなる。これにより、主端子それぞれの断面積が小さくなり、同電位の主端子において通電領域が小さくなる。したがって、たとえばDC電流が流れにくくなる。よって、図6に示すように、主端子の本数が増えるほど、主端子の温度が高くなる。端子温度の上昇により、たとえば封止樹脂体の剥離が生じるおそれがある。

[0074] なお、DC電流は、半導体素子（スイッチング素子）がオンしている定常時に流れる電流（直流電流）である。AC電流は、半導体素子のスイッチング時に流れる電流（交流電流）である。半導体装置20の発熱の大部分は、DC電流によって生じる。

[0075] これに対し、本実施形態では、外部接続部712C, 712Eの幅W1が、境界部713C, 713Eの幅W2より広くされている。主端子が同一幅で引き出される構成に較べて、主端子71の通電領域が大きいため、主端子71の発熱を抑制することができる。主にDC電流による発熱を抑制することができる。また、封止樹脂体30の外において、主端子71による放熱面積が大きいため、生じた熱を効果的に放熱することができる。よって、主端子71の温度上昇を抑制することができる。図6に破線矢印で示すように、主端子の本数が同じでも、実線で示す参考例に対して端子温度を低下させることができる。

[0076] 以上により、本実施形態の半導体装置20によれば、インダクタンスを低減しつつ、主端子71の温度上昇を抑制することができる。

[0077] 主端子71の形状は、特に限定されるものではない。上記したように、少なくとも幅 $W1 > W2$ を満たせばよい。本実施形態では、主端子71が、境界部713C, 713Eと外部接続部712C, 712Eとの間に、幅W

2より広い部分を有している。また、境界部713C, 713Eから外部接続部712C, 712Eまでにおいて、第1位置の幅W11が、第1位置よりも側面302に近い第2位置の幅W12以上とされている。主端子71は、幅W1>幅W2の関係を満たしつつ、境界部713C, 713Eから外部接続部712C, 712Eに向けて幅が広くされている。したがって、主端子71の温度上昇を効果的に抑制することができる。

[0078] ヒートシンク50に対する主端子71の配置は、特に限定されるものではない。本実施形態では、外部接続部712C, 712Eにおける端子領域の幅W21が、ヒートシンク50の幅W22よりも広くされている。境界部713C, 713Eにおける端子領域の幅は、側面302、ひいてはヒートシンク50の幅W22よりも狭くされている。このように、主端子71は、封止樹脂体30の側面302から引き出され、側面302から離れた位置で幅がより広くされている。したがって、主端子71の温度上昇を、より効果的に抑制することができる。なお、幅W21を幅W22と略等しくしてもよい。ギャップ71Gを一定とすると、幅W21<幅W22を満たす構成に較べて、主端子71の温度上昇を効果的に抑制することができる。

[0079] リードフレーム70において、主端子71に対するタイバー72の連結位置は、特に限定されるものではない。本実施形態では、主端子71が、Y方向に延設され、互いに幅の異なる狭幅部714C, 714E及び拡幅部715C, 715Eと、繋ぎ部716C, 716Eを有している。この構成では、主端子71の中心から遠ざかるほど、狭幅部714C, 714Eと拡幅部715C, 715EとのX方向の位置ずれが大きくなる。繋ぎ部716C, 716Eと狭幅部714C, 714Eとの連結部分、及び、繋ぎ部716C, 716Eと拡幅部715C, 715Eとの連結部分は、幅の両側で屈曲している。

[0080] 本実施形態では、繋ぎ部716C, 716Eにおいて、狭幅部714C, 714E及び拡幅部715C, 715Eとは離れた位置に、タイバー痕720C, 720Eが形成されている。この構成によれば、屈曲部分を含まない

ように、タイバー 7 2 を切断することができる。主端子 7 1 の突出部分において、狭幅部 7 1 4 C, 7 1 4 E や拡幅部 7 1 5 C, 7 1 5 E の長さを長くし、タイバー 7 2 を、狭幅部 7 1 4 C, 7 1 4 E や拡幅部 7 1 5 C, 7 1 5 E に連結させることも可能である。しかしながら、インダクタンスが増加してしまう。本実施形態によれば、構造上、生じる繋ぎ部 7 1 6 C, 7 1 6 E を利用することで、インダクタンスの増加を抑制しつつ、容易にタイバー 7 2 を除去することができる。

[0081] 本実施形態では、主端子 7 1 C, 7 1 E が、半導体素子 4 0 の中心線 C L に対して線対称配置とされている。これにより、主電流は、中心線 C L に対して線対称となるように流れる。主電流は、中心線 C L の左右でほぼ均等に流れる。これにより、インダクタンスをさらに低減することができる。また局所的な発熱を抑制することができる。

[0082] 主端子 7 1 C を 3 本、主端子 7 1 E を 4 本有する例を示したが、これに限定されない。主端子 7 1 C の本数を、主端子 7 1 E の本数より多くしてもよい。たとえば主端子 7 1 C を 4 本、主端子 7 1 E を 3 本としてもよい。この場合、主端子 7 1 C が、並び方向の両端に配置されることとなる。

[0083] 信号端子 7 3 が、ボンディングワイヤ 8 1 を介してパッド 4 2 に接続される例を示したが、これに限定されない。たとえば、信号端子 7 3 が、接合部材 8 0 を介してパッド 4 2 に接続される構成を採用してもよい。半導体装置 2 0 が、ターミナル 6 0 を備える例を示したが、これに限定されない。ターミナル 6 0 を備えない構成とすることも可能である。実装面 5 0 0 E 側に凸部を有するヒートシンク 5 0 E を採用することで、ボンディングワイヤ 8 1 を採用しつつ、ターミナル 6 0 を備えない構成とすることも可能である。

[0084] ヒートシンク 5 0 に対する主端子 7 1 の接続位置は、上記した例に限定されない。たとえば、主端子 7 1 が、対応するヒートシンク 5 0 の側面に接続されてもよい。

[0085] 主端子 7 1 及び信号端子 7 3 がリードフレーム 7 0 の一部として構成される例を示したが、これに限定されない。主端子 7 1 C, 7 1 E の少なくとも

一方が、ヒートシンク 50C, 50E に対して一体的に連なる構成としてもよい。

[0086] (第2実施形態)

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。上記実施形態では、奇数本の主端子 71 において、すべての外部接続部 712C, 712E の幅を、互いに略等しくしていた。これに代えて、両端の主端子 71 の幅を、中央の主端子 71 の幅より狭くしてもよい。

[0087] スイッチング時に流れる電流、すなわち AC 電流は、スイッチング周波数が高くなるほど、表皮効果、近接効果の影響が大きくなる。図 7 に示す例では、内部接続部 711C, 711E の幅が、互いに略等しくされている。また、外部接続部 712C, 712E の幅が、互いに略等しくされている。両端に位置する主端子 71E に対して、外側に主端子 71C は配置されておらず、内側にのみ主端子 71C が配置されている。近接効果により、両端に位置する主端子 71E の内側の領域に AC 電流が流れる。両端の主端子 71E のうち、外側の領域 71a には、AC 電流がほとんど流れない。図 7 に示す実線矢印は、所定タイミングでの AC 電流の流れを示している。なお、図 7 は、図 5 に対応している。

[0088] 奇数本の主端子 71 を備える構成では、主端子 71C と主端子 71E とで本数が異なるため、通電領域に差が生じる。具体的には、本数の少ない主端子の通電領域が、本数の多い主端子の通電領域よりも小さくなる。図 7 に示す構成では、主端子 71C の通電領域が、主端子 71E の通電領域よりも小さくなる。

[0089] 図 8 は、本実施形態の半導体装置 20 のうち、主端子 71 の周辺を示しており、図 5 に対応している。図 7 同様、半導体装置 20 は、3 本の主端子 71C と、4 本の主端子 71E を備えている。ギャップ 71G は、先行実施形態と同様、各端子 71 間で略等しくされている。所定のギャップを介して、主端子 71C と主端子 71E とが交互に配置されている。両端に位置する主端子 71E は、図 7 に較べて、幅が狭くされている。

[0090] 両端の内部接続部 7 1 1 E の幅は、両端に挟まれた中央の内部接続部 7 1 1 C, 7 1 1 E の幅よりも狭くされている。両端の外部接続部 7 1 2 E の幅は、中央の外部接続部 7 1 2 C, 7 1 2 E の幅よりも狭くされている。両端に配置された主端子 7 1 E は、図 7 に示した主端子 7 1 E に対して、領域 7 1 a の分、幅が狭くなっている。両端の主端子 7 1 E は、中央の主端子 7 1 C, 7 1 E に較べて、Y 方向の同じ位置における幅が全長にわたって狭くされている。

[0091] <第 2 実施形態のまとめ>

本実施形態では、奇数本の主端子 7 1 のうち、両端の主端子 7 1 E の幅が、中央の主端子 7 1 C, 7 1 E の幅よりも狭くされている。AC 電流が主として流れる内側の部分を残しているため、主端子 7 1 のインダクタンスについては、両端の主端子 7 1 E の幅を狭めない構成と同レベルを確保することができる。また、領域 7 1 a の分、両端の主端子 7 1 E の幅を狭くしているため、本数が少ない主端子 7 1 C の通電領域を、本数が多い主端子 7 1 E の通電領域に近づけることができる。これにより、主端子 7 1 の発熱を、主端子 7 1 C と主端子 7 1 E とで近づけることができる。たとえば、均等化することができる。なお、記載を省略するが、本実施形態の半導体装置 2 0 は、第 1 実施形態に記載した半導体装置 2 0 と同等構成の部分において、同等の効果を奏することができる。

[0092] 主端子 7 1 として、主端子 7 1 C を 3 本、主端子 7 1 E を 4 本有する例を示したが、これに限定されない。主端子 7 1 C の本数を、主端子 7 1 E の本数より多くしてもよい。主端子 7 1 の本数が、3 本以上の奇数であれば、本実施形態に示した構成を適用することができる。なお、奇数本の主端子 7 1 とは、互いに対向する側面 7 1 0 C, 7 1 0 E を偶数組有することと等価である。

[0093] (第 3 実施形態)

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。上記実施形態では、主端子 7 1 の本数を奇数としていた。これに代えて、主端

子 7 1 の本数を偶数としてもよい。

[0094] 図 9 及び図 10 に示すように、本実施形態の半導体装置 20 は、偶数本の主端子 71 を備えている。図 9 は、積層体 21 を示している。積層体 21 は、半導体モジュール 210 と、冷却器 211 を備えている。

[0095] 半導体モジュール 210 は、一相分の上下アーム回路 6 を構成する 2 つの半導体装置 20 を備えて構成されている。以下において、上下アーム回路 6 のうち、上アームを構成する半導体装置 20 を、半導体装置 20U と称することがある。下アームを構成する半導体装置 20 を、半導体装置 20L と称することがある。積層体 21 は、三相分の半導体モジュール 210 を備えている。積層体 21 は、U 相の上下アーム回路 6 を構成する半導体モジュール 210 (U) と、V 相の上下アーム回路 6 を構成する半導体モジュール 210 (V) と、W 相の上下アーム回路 6 を構成する半導体モジュール 210 (W) を備えている。積層体 21 は、6 つの半導体装置 20 を備えている。

[0096] 半導体モジュール 210 と冷却器 211 は、Z 方向において交互に配置されている。半導体モジュール 210 のそれぞれは、冷却器 211 により挟まれている。ひとつの半導体モジュール 210 を構成する半導体装置 20U, 20L は、X 方向に並んで配置されている。半導体装置 20U, 20L は、たとえば放熱面 501C が同じ冷却器 211 と対向するように配置されている。半導体装置 20U, 20L は、3 本以上であって、複数本の主端子 71 を備えている。たとえば半導体装置 20U, 20L は、それぞれ 6 本の主端子 71 を備えている。すなわち、3 本の主端子 71C と、3 本の主端子 71E をそれぞれ備えている。半導体装置 20U, 20L は、偶数本であることを除けば、先行実施形態（図 5 参照）と同じ構成となっている。半導体装置 20U, 20L の主端子 71 は、Y 方向であって互いに同じ側に引き出されている。

[0097] 冷却器 211 は、熱交換部と称されることがある。冷却器 211 の内部には、冷媒が流通する流路が形成されている。冷却器 211 には、冷媒導入管 212 及び冷媒排出管 213 が接続されている。冷媒導入管 212 及び冷媒

排出管 2 1 3 は、その内部に流路が形成された筒状の部材である。冷媒導入管 2 1 2 及び冷媒排出管 2 1 3 は、Z 方向に延設されている。冷却器 2 1 1 のそれぞれにおいて、X 方向の一端側に冷媒導入管 2 1 2 が接続され、他端側に冷媒排出管 2 1 3 が接続されている。冷却器 2 1 1 の流路と、冷媒導入管 2 1 2 及び冷媒排出管 2 1 3 の流路は、一体的に連なっている。冷媒導入管 2 1 2 から導入された冷媒は、冷却器 2 1 1 それぞれの流路を流れ、冷媒排出管 2 1 3 から外へ排出されるようになっている。

[0098] なお、冷媒としては、水やアンモニアなどの相変化する冷媒や、エチレングリコール系などの相変化しない冷媒を用いることができる。冷却器 2 1 1 は、主として半導体装置 2 0 を冷却するものである。しかしながら、冷却機能に加えて、環境温度が低い場合に温める機能を持たせてもよい。この場合、冷却器 2 1 1 は温度調節器と称される。また、冷媒は熱媒体と称される。

[0099] <第 3 実施形態のまとめ>

本実施形態では、半導体モジュール 2 1 0 を構成する半導体装置 2 0 U、2 0 L が、主端子 7 1 の引き出し方向を同じにして、X 方向に並んで配置されている。この横並び配置により、図 1 0 に示すように、半導体装置 2 0 U の端部に位置する主端子 7 1 E と、半導体装置 2 0 L の端部に位置する主端子 7 1 C とが、X 方向において隣り合っている。以下では、端部に位置し、互いに隣り合う主端子 7 1 C、7 1 E を、主端子 7 1 C 1、7 1 E 1 と示す。また、外部接続部 7 1 2 C、7 1 2 E の幅が広がっているため、主端子 7 1 C 1、7 1 E 1 が互いに近接している。

[0100] よって、近接効果により、主端子 7 1 E 1 において主端子 7 1 C 1 側の部分、すなわち外側の部分にも AC 電流が流れる。同様に、近接効果により、主端子 7 1 C 1 において主端子 7 1 E 1 側の部分、すなわち外側の部分にも AC 電流が流れる。ひとつの半導体モジュール 2 1 0 として、インダクタンスをさらに低減することができる。なお、記載を省略するが、本実施形態の半導体装置 2 0 は、第 1 実施形態に記載した半導体装置 2 0 と同等構成の部分において、同等の効果を奏することができる。

[0101] 主端子71として、主端子71C、71Eを3本ずつ有する例を示したが、これに限定されない。なお、偶数本の主端子71とは、互いに対向する側面71OC、71OEを奇数組有することと等価である。

[0102] (第4実施形態)

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。上記実施形態では、主端子71Eが、ヒートシンク50Eを介してエミッタ電極41Eに接続されていた。これに代えて、主端子71Eを、ヒートシンク50Eを介さずにエミッタ電極41Eに接続してもよい。

[0103] 図11～図13に示すように、本実施形態の半導体装置20は、先行実施形態とは異なり、ターミナル60を備えていない。図11では、便宜上、タイバーカット前の状態を示している。リードフレーム70を構成する主端子71Eは、接合部材80を介してエミッタ電極41Eに接続されている。ヒートシンク50Eは、接合部材80を介して、主端子71Eに接続されている。図12に示すように、信号端子73も、接合部材80を介して、パッド42に接続されている。

[0104] 本実施形態のヒートシンク50も、平面略矩形状をなしている。X方向の長さは、ヒートシンク50Eのほうがヒートシンク50Cよりも若干長い。Y方向の長さは、ヒートシンク50Cのほうがヒートシンク50Eよりも長い。ヒートシンク50Cは、Y方向においてヒートシンク50Eを跨いでいる。ヒートシンク50Cは、ヒートシンク50Eを横切っている。ヒートシンク50Cは、対向部51Cと、非対向部52Cを有している。対向部51Cは、Z方向においてヒートシンク50Eの実装面500Eと対向する部分である、対向部51Cは、Z方向からの平面視において、実装面500Eと重なる部分である。非対向部52Cは、対向部51Cに対して、Y方向であって主端子71側に連なっている。非対向部52Cは、ヒートシンク50Eと対向していない部分である。

[0105] 本実施形態では、ヒートシンク50として、DBC(Direct Bonded Copper)基板を採用している。ヒートシンク50は、絶縁

体50xと、絶縁体50xを挟むように配置された金属体50y, 50zをそれぞれ有している。絶縁体50xは、樹脂やセラミックスなどの基板である。金属体50y, 50zは、たとえばCuを含んで形成されている。金属体50y, 50zは、絶縁体50xに対して直接的に接合されている。ヒートシンク50は、半導体素子40側から、金属体50y、絶縁体50x、金属体50zの順に積層されている。ヒートシンク50は、3層構造をなしている。

[0106] 金属体50y, 50zの平面形状及び大きさは、互いに略一致している。中間層である絶縁体50xの平面形状は、金属体50y, 50zと相似とされている。絶縁体50xの大きさは、金属体50y, 50zよりも大きくされている。絶縁体50xは、全周で金属体50y, 50zよりも外側まで延設されている。ヒートシンク50C, 50Eにおいて、金属体50yの一面が、実装面500C, 500Eをなしている。ヒートシンク50C, 50Eにおいて、金属体50zの一面が、放熱面501C, 501Eをなしている。

[0107] コレクタ電極41Cは、接合部材80を介して、ヒートシンク50の対向部51Cに接続されている。コレクタ電極41Cは、対向部51Cにおいて、ヒートシンク50Cの金属体50yに接続されている。主端子71Cは、非対向部52Cにおいて、ヒートシンク50Cの金属体50yに接続されている。主端子71Cは、接合部材80を介して、ヒートシンク50Cに接続されてもよい。主端子71Cは、超音波接合、摩擦攪拌接合、レーザ溶接などにより、ヒートシンク50Cに直接的に接続されてもよい。

[0108] 主端子71Eは、図11及び図13に示すように、電極接続部717Eと、延設部718Eを有している。主端子71Eは、ヒートシンク50Eに接続された内部接続部711Eに代えて、電極接続部717Eを有している。電極接続部717Eも、封止樹脂体30の内部に形成された接続部である。電極接続部717Eは、主端子71Eのうち、エミッタ電極41Eとの接続部分である。電極接続部717Eは、接合部材80を介して、エミッタ電極

4 1 E に接続されている。電極接続部 7 1 7 E は、Z 方向からの平面視において、エミッタ電極 4 1 E と重なる部分である。主端子 7 1 E は、電極接続部 7 1 7 E を含んで、ヒートシンク 5 0 E に接続されている。電極接続部 7 1 7 E において、板面の両方に接合部材 8 0 が配置されている。

[0109] 延設部 7 1 8 E は、電極接続部 7 1 7 E から延設された部分である。延設部 7 1 8 E は、電極接続部 7 1 7 E に一体的に連なっている。延設部 7 1 8 E は、先行実施形態同様、外部接続部 7 1 2 E と、境界部 7 1 3 E を含んでいる。また、狭幅部 7 1 4 E と、拡幅部 7 1 5 E と、繋ぎ部 7 1 6 E を含んでいる。延設部 7 1 8 E は、さらに連結部 7 1 9 E を含んでいる。

[0110] 狭幅部 7 1 4 E は、境界部 7 1 3 E を含んでいる。狭幅部 7 1 4 E における封止樹脂体 3 0 内の端部は、ヒートシンク 5 0 E に接続されていない。すなわち、狭幅部 7 1 4 E は、内部接続部 7 1 1 E を含んでいない。狭幅部 7 1 4 E の一端には、連結部 7 1 9 E が連なっている。連結部 7 1 9 E は、延設部 7 1 8 E において、電極接続部 7 1 7 E との境界から狭幅部 7 1 4 E までの部分である。このように、延設部 7 1 8 E は、電極接続部 7 1 7 E 側から、連結部 7 1 9 E、境界部 7 1 3 E を含む狭幅部 7 1 4 E、繋ぎ部 7 1 6 E、外部接続部 7 1 2 E を含む拡幅部 7 1 5 E を有している。

[0111] 延設部 7 1 8 E の一部は、実装面 5 0 0 E よりも近い位置で、ヒートシンク 5 0 C の実装面 5 0 0 C に対向している。延設部 7 1 8 E のそれぞれにおいて、連結部 7 1 9 E の少なくとも一部と、狭幅部 7 1 4 E の一部が、実装面 5 0 0 C に対向している。延設部 7 1 8 E は、ヒートシンク 5 0 の対向部 5 1 C に対向する部分と、非対向部 5 2 C に対向する部分を有している。図 1 3 に示すように、主端子 7 1 E の延設部 7 1 8 E と実装面 5 0 0 C との対向距離 D 1 は、実装面 5 0 0 C、5 0 0 E 間の対向距離 D 2 よりも短くなっている。本実施形態の主端子 7 1 E は、屈曲部を有せずに、延設されている。対向距離 D 1 は、一定とされている。主端子 7 1 C の屈曲部より先端側の部分において、主端子 7 1 C、7 1 E が互いに対向している。

[0112] リードフレーム 7 0 は、タイバーカット前の状態で、先行実施形態に示し

たタイバー 7 2 に加え、外周フレーム 7 5 と、タイバー 7 6 と、吊りリード 7 7 を有している。外周フレーム 7 5 は、外周枠体と称されることがある。タイバー 7 2 は、X 方向に延設されており、その両端で外周フレーム 7 5 に連なっている。複数の主端子 7 1 は、タイバー 7 2 によって外周フレーム 7 5 に支持されている。図 1 4 に示すように、タイバー 7 2 は、繋ぎ部 7 1 6 C, 7 1 6 E に連なっている。タイバー 7 2 は、狭幅部 7 1 4 C, 7 1 4 E 及び拡幅部 7 1 5 C, 7 1 5 E とは離れて設けられている。このため、図示しないタイバー痕 7 2 0 C, 7 2 0 E は、先行実施形態同様、狭幅部 7 1 4 C, 7 1 4 E 及び拡幅部 7 1 5 C, 7 1 5 E とは離れて設けられる。

[0113] タイバー 7 6 は、半導体素子 4 0 を基準として、タイバー 7 2 とは反対側に設けられている。タイバー 7 6 は、X 方向に延設されており、その両端で外周フレーム 7 5 に連なっている。複数の信号端子 7 3 は、タイバー 7 6 によって外周フレーム 7 5 に支持されている。吊りリード 7 7 の一端は電極接続部 7 1 7 E に連なり、他端はタイバー 7 6 に連なっている。X 方向において信号端子 7 3 を挟むように、2 本の吊りリード 7 7 が設けられている。

[0114] 主端子 7 1 C, 7 1 E の突出部分の先端は、Y 方向において外周フレーム 7 5 に連なっている。電極接続部 7 1 7 E は、延設部 7 1 8 E を介してタイバー 7 2 に連なり、吊りリード 7 7 を介してタイバー 7 6 に連なっている。封止樹脂体 3 0 の成形後、外周フレーム 7 5 及びタイバー 7 2, 7 6 など、リードフレーム 7 0 の不要部分が除去される。これにより、半導体装置 2 0 において、主端子 7 1 C, 7 1 E は、互いに電氣的に分離される。また、複数の信号端子 7 3 も電氣的に分離される。半導体装置 2 0 は、リードフレーム 7 0 として、外周フレーム 7 5 及びタイバー 7 2, 7 6 を有さず、主端子 7 1、信号端子 7 3、及び吊りリード 7 7 を有している。

[0115] <主端子の延設部>

次に、図 1 1 に基づき、主端子 7 1 E の延設部 7 1 8 E について説明する。半導体装置 2 0 は、3 本の主端子 7 1 C と、4 本の延設部 7 1 8 E を有している。4 本の延設部 7 1 8 E は、ひとつの電極接続部 7 1 7 E から延びて

いる。そして、封止樹脂体30の外において、主端子71Cと主端子71Eの延設部718Eとが交互に配置されている。本実施形態において、延設部718Eにより、主端子71Cと交互に配置される主端子71Eの本数が定義される。

[0116] 4本の延設部718Eは、X方向に並んで配置されている。狭幅部714Eから先端部分において、延設部718Eと主端子71Cとが、交互に配置されている。本実施形態においても、外部接続部712C, 712Eにおける端子領域の幅W21が、ヒートシンク50の幅W22よりも広くされている。DBC基板の場合、幅W22は、実装面500C, 500Eをなす金属体50yのうち、幅の広い側により定義される。端子領域の幅W21は、実装面500Eをなす金属体50yの幅W22よりも広くされている。

[0117] 連結部719Eは、間に主端子71Cを介さずに、X方向に並んで配置されている。4本の延設部718Eにおいて、狭幅部714Eの端部の位置は、Y方向において互いにほぼ同じ位置とされている。図11に示すように、X方向において、両端に配置された連結部719Eの幅は、両端の間の中央に配置された連結部719Eの幅よりも広くされている。中央に配置された2本の連結部719Eの幅は、全長において狭幅部714Eとほぼ同じ幅とされている。一方、端部に配置された2本の連結部719Eの幅は、全長において狭幅部714Eの幅よりも広くされている。全長において幅が広いとは、Y方向において同じ位置を対比したときに幅が広い関係が、全長において成立して状態である。

[0118] 4本の連結部719E（延設部718E）は、電極接続部717Eから放射状に延びている。電極接続部717Eは、平面略矩形状をなしている。端部の連結部719Eは、電極接続部717Eにおける隣り合う2つの隅部から延びている。中央の連結部719Eは、側面302側の辺の中央付近から延びている。中心線CLの図示を省略するが、本実施形態においても、主端子71C, 71Eは、X方向において、半導体素子40の中心線CLに対して線対称配置とされている。

[0119] <第4実施形態のまとめ>

本実施形態では、主端子71Eが、ヒートシンク50Eと半導体素子40との間に配置され、エミッタ電極41Eに接続されている。これにより、図13に示すように、ヒートシンク50Cと対向するエミッタ電極41Eと同電位の部分として、主端子71Eがもっとも近くなる。これにより、磁束打ち消しの効果を高めて、インダクタンスを低減することができる。

[0120] 信号端子73が、先行実施形態に示したように、ボンディングワイヤ81を介してパッド42に接続される場合、電極接続部717Eの板厚、すなわちリードフレーム70の板厚を厚くすることで、ボンディングワイヤ81の高さを稼ぐこととなる。電極接続部717Eは、スペーサとしての機能を果たす。これに対し、本実施形態では、信号端子73が、接合部材80を介してパッド42に接続されている。これにより、電極接続部717Eの板厚を薄くできるため、実装面500Eが実装面500Cに近づく。これによっても、インダクタンスを低減することができる。

[0121] 電極接続部717Eから複数の延設部718Eが延びる構成では、主端子71の並び方向(X方向)において、並びの中心から遠ざかるほど、電極接続部717Eから狭幅部714Eまでの距離、すなわち連結部719Eによる通電経路が長くなる。よって、互いに幅が等しいと、連結部719Eの長い延設部718Eほど、たとえばDC電流が流れにくくなる。

[0122] これに対し、本実施形態では、主端子71Eが、4本の延設部718Eを有している。そして、両端の連結部719Eの幅が、中央の連結部719Eの幅よりも広くされている。通電経路の長い連結部719Eの幅が広くされている。したがって、DC電流が偏って流れるのを抑制することができる。すなわち、局所的な発熱を抑制することができる。また、両端の連結部719Eの幅が広いことで、延設部718Eと実装面500Cとの対向面積を増やすことができる。これにより、インダクタンスを低減することができる。

[0123] 記載を省略するが、本実施形態の半導体装置20は、第1実施形態に記載した半導体装置20と同等構成の部分において、同等の効果を奏することが

できる。

[0124] 主端子 7 1 の本数は、上記した例に限定されない。奇数本でもよいし、偶数本でもよい。延設部 7 1 8 E の本数は、4 本に限定されない。主端子 7 1 C と主端子 7 1 E の延設部 7 1 8 E との合計本数が 3 本以上であればよい。

[0125] 本実施形態の構成と、第 2 実施形態の構成とを組み合わせてもよい。主端子 7 1 C と交互に配置されている部分の幅を、両端の延設部 7 1 8 E において中央の延設部 7 1 8 E より広くする。その上で、連結部 7 1 9 E の幅を、両端の延設部 7 1 8 E において中央の延設部 7 1 8 E より広くすればよい。

[0126] 本実施形態の構成と、第 3 実施形態の構成とを組み合わせてもよい。

[0127] ひとつの電極接続部 7 1 7 E にすべての延設部 7 1 8 E が連なる例を示したが、これに限定されない。たとえば、主端子 7 1 E が、X 方向に二分割され、電極接続部 7 1 7 E のそれぞれに延設部 7 1 8 E が連なる構成としてもよい。

[0128] 端部の連結部 7 1 9 E が中央の連結部 7 1 9 E よりも、全長で幅が広くされる例を示したが、これに限定されない。電極接続部 7 1 7 E に連なる端部から一部の範囲において、端部の連結部 7 1 9 E の幅が中央の連結部 7 1 9 E の幅よりも広ければよい。

[0129] (他の実施形態)

半導体装置 2 0 をインバータ 5 に適用する例を示したが、これに限定されない。たとえばコンバータに適用することもできる。また、インバータ 5 及びコンバータの両方に適用することもできる。

[0130] 半導体素子 4 0 に、I G B T 6 i と F W D 6 d が形成される例を示したが、これに限定されない。F W D 6 d を別チップとしてもよい。

[0131] スイッチング素子として I G B T 6 i の例を示したが、これに限定されない。たとえば M O S F E T を採用することもできる。

[0132] 放熱面 5 0 1 C, 5 0 1 E が、封止樹脂体 3 0 から露出される例を示したが、これに限定されない。放熱面 5 0 1 C, 5 0 1 E の少なくとも一方が、封止樹脂体 3 0 によって覆われた構成としてもよい。封止樹脂体 3 0 とは別

の図示しない絶縁部材によって覆われた構成としてもよい。

[0133] 図示を省略するが、リードフレーム70において、ヒートシンク50との対向部分に貫通孔を設けてもよい。これにより、成形不良を抑制することができる。たとえば主端子71に貫通孔を設けてもよい。信号端子73に貫通孔を設けてもよい。吊りリード77に貫通孔を設けてもよい。

[0134] 半導体装置20として、両面放熱構造の例を示したが、これに限定されない。封止樹脂体30の側面302からすべての主端子71が引き出される構造であれば適用が可能である。片面放熱構造において、主端子71C, 71Eが交互に配置され、外部接続部712C, 712Eの幅W1が境界部713C, 713Eの幅W2よりも広くされた構成としてもよい。

[0135] 以上、本開示の一態様に係る半導体装置の実施形態、構成、態様を例示したが、本開示に係る実施形態、構成、態様は、上述した各実施形態、各構成、各態様に限定されるものではない。例えば、異なる実施形態、構成、態様にそれぞれ開示された技術的部を適宜組み合わせ得られる実施形態、構成、態様についても本開示に係る実施形態、構成、態様の範囲に含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 主電極（４１）として第１主電極（４１Ｃ）及び前記第１主電極との間に主電流が流れる第２主電極（４１Ｅ）を有する少なくともひとつの半導体素子（４０）と、
- 前記半導体素子を封止する封止樹脂体（３０）と、
- 前記封止樹脂体の内部において対応する前記主電極と電氣的に接続され、他の部材との接続のために前記封止樹脂体の外へ延設された複数の主端子（７１）であって、前記第１主電極と電氣的に接続された第１主端子（７１Ｃ）、及び、前記第２主電極と電氣的に接続された第２主端子（７１Ｅ）と、
- を備え、
- すべての前記主端子は、前記封止樹脂体の一面（３０２）から突出しており、
- 前記第１主端子及び前記第２主端子は、前記半導体素子の厚み方向に直交する一方向において、側面（７１０Ｃ，７１０Ｅ）が互いに対向するように交互に配置され、
- 前記主端子の突出部分における前記一方向の幅は、前記封止樹脂体との境界部（７１３Ｃ，７１３Ｅ）よりも前記他の部材が接続される外部接続部（７１２Ｃ，７１２Ｅ）のほうが広くされている半導体装置。
- [請求項2] 前記主端子は、前記境界部と前記外部接続部との間に、前記境界部よりも幅に広い部分を有し、且つ、前記境界部から前記外部接続部までの延設部分において、任意の第１位置の幅が、前記第１位置よりも前記封止樹脂体に近い任意の第２位置の幅以上とされている請求項１に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記主端子を奇数本備え、
- 前記第１主端子及び前記第２主端子は、所定のギャップを介して、交互に配置されており、

前記一方向において、両端に配置された前記主端子の幅が、前記両端の間の中央に配置された前記主端子の幅よりも狭くされている請求項 1 又は請求項 2 に記載の半導体装置。

[請求項4] 前記第 2 主電極は、前記第 1 主電極とは反対の面に形成されており、

前記半導体素子を挟むように配置された放熱部材（50）であって、前記第 1 主電極と電氣的に接続された第 1 放熱部材（50C）、及び、前記第 2 主電極と電氣的に接続された第 2 放熱部材（50E）をさらに備えている請求項 1～3 いずれか 1 項に記載の半導体装置。

[請求項5] 前記第 2 主端子は、前記第 2 主電極に接続された電極接続部（717E）と、前記境界部及び前記外部接続部を含み、前記封止樹脂体の内外にわたって延設された延設部（718E）と、を有し、

前記主端子は、前記第 1 主端子と、前記第 2 主端子の前記延設部との少なくとも一方を複数有しており、

前記第 1 主端子と前記延設部とが、前記一方向において交互に配置され、

前記第 1 主端子は、前記第 1 放熱部材を介して、前記第 1 主電極に接続され、

前記第 2 放熱部材は、前記第 2 主端子を介して、前記第 2 主電極に接続されている請求項 4 に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記第 2 主端子は、前記延設部を 3 本以上有しており、

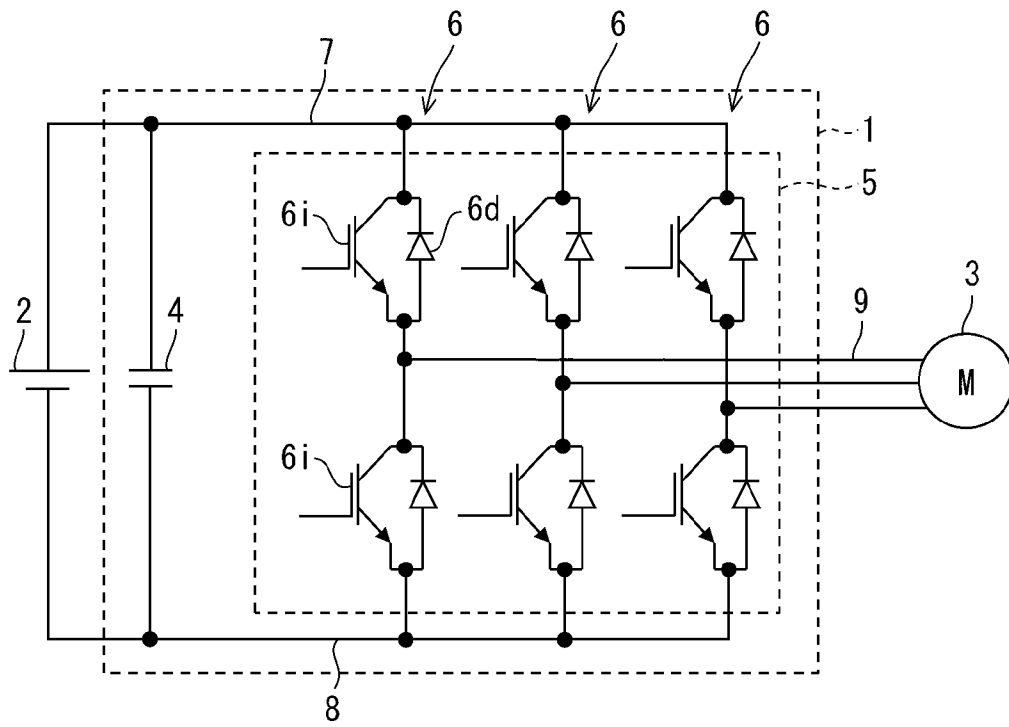
前記電極接続部から前記封止樹脂体の内部における所定の延設領域において、両端に配置された前記延設部の幅が、前記両端の間の中央に配置された前記延設部の幅よりも広くされている請求項 5 に記載の半導体装置。

[請求項7] すべての前記外部接続部を含む端子領域の幅が、前記放熱部材の幅よりも広くされている請求項 4～6 いずれか 1 項に記載の半導体装置。

[請求項8] 前記主端子は、前記一方向に対して直交する方向に延びる部分としての、前記境界部を含み、前記封止樹脂体の内外にわたって配置された狭幅部（714C, 714E）、及び、前記外部接続部を含み、前記狭幅部よりも幅が広くされた拡幅部（715C, 715E）と、前記狭幅部と前記拡幅部とを繋いでおり、前記拡幅部に近づくほど幅が広くされた繋ぎ部（716C, 716E）と、前記繋ぎ部において前記狭幅部及び前記拡幅部とは離れて形成されたタイバー痕（720C, 720E）と、を有している請求項1～7いずれか1項に記載の半導体装置。

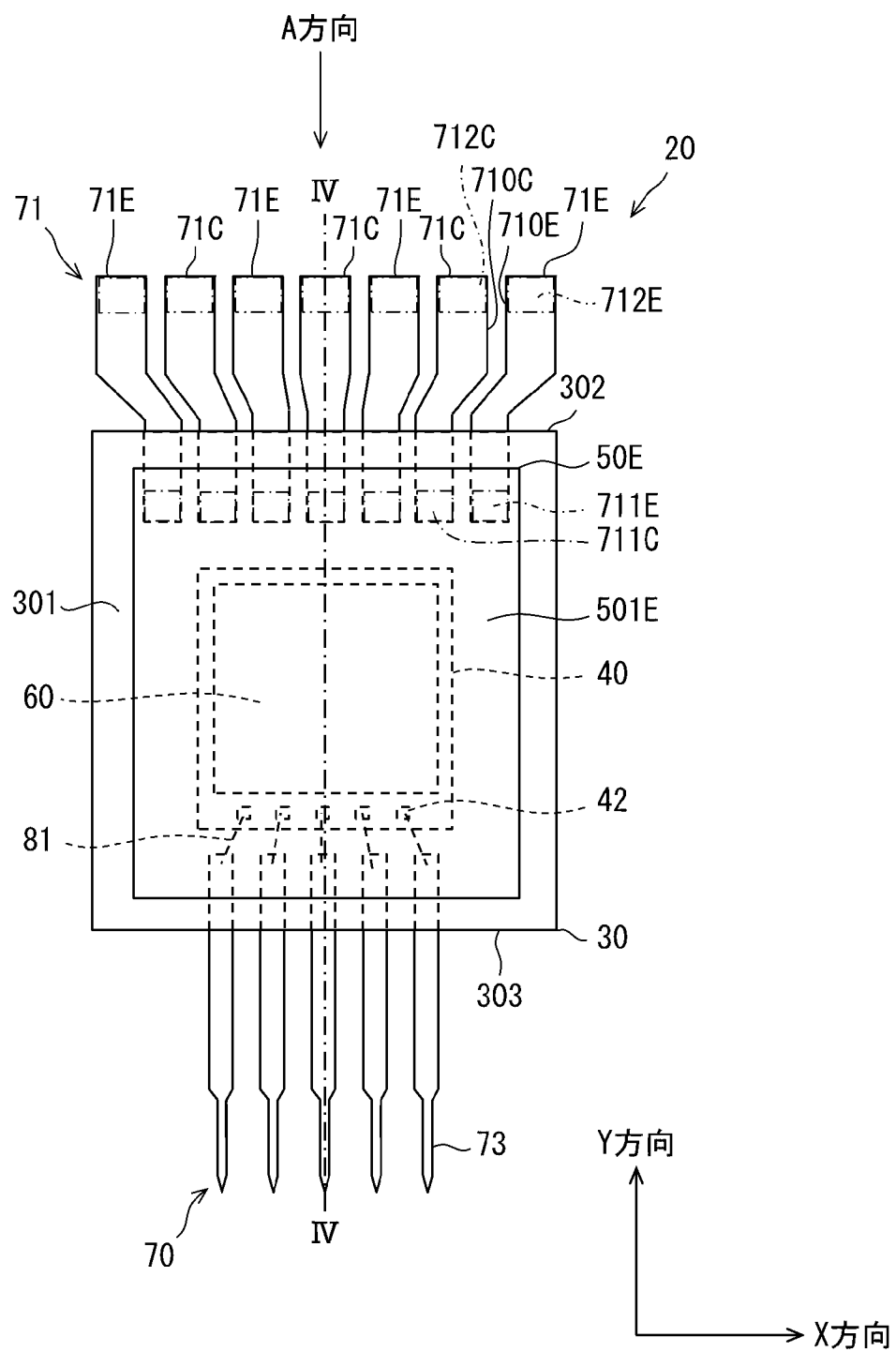
[図1]

図1



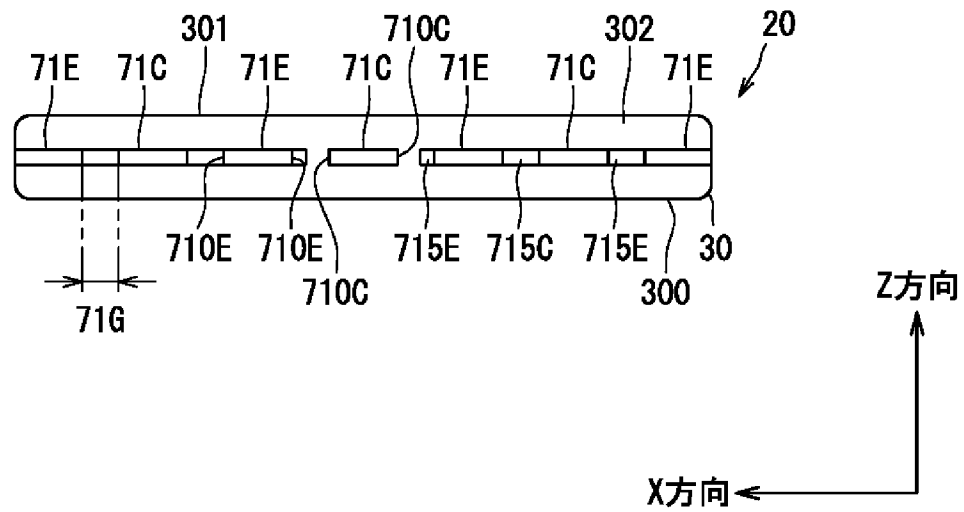
[図2]

図2



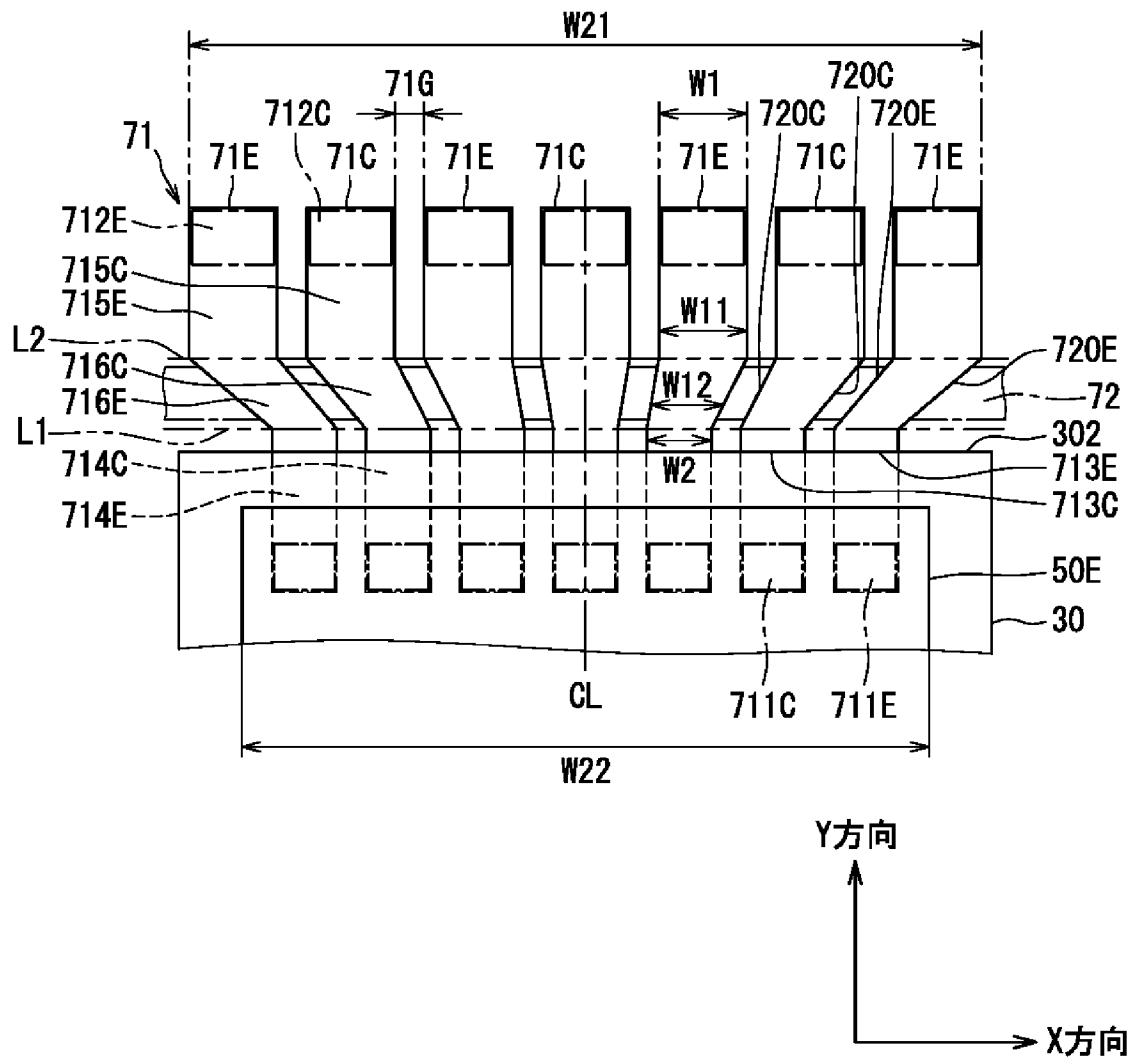
[図3]

図3



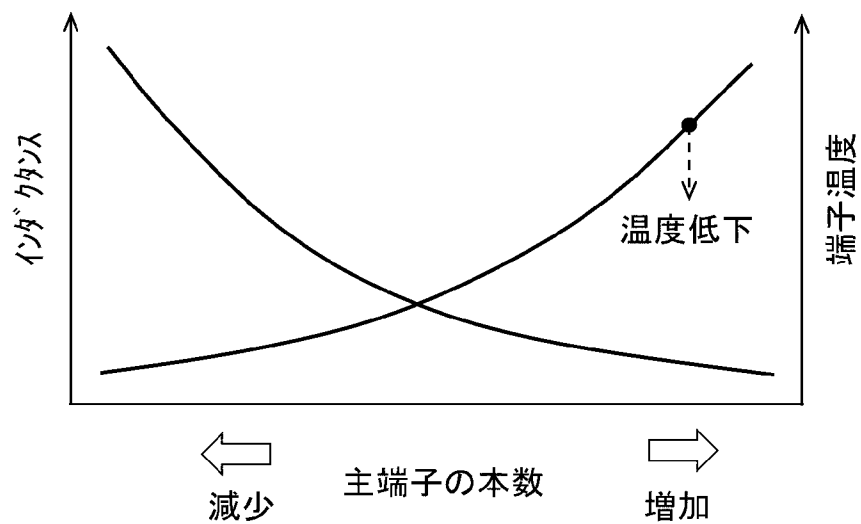
[図5]

図5



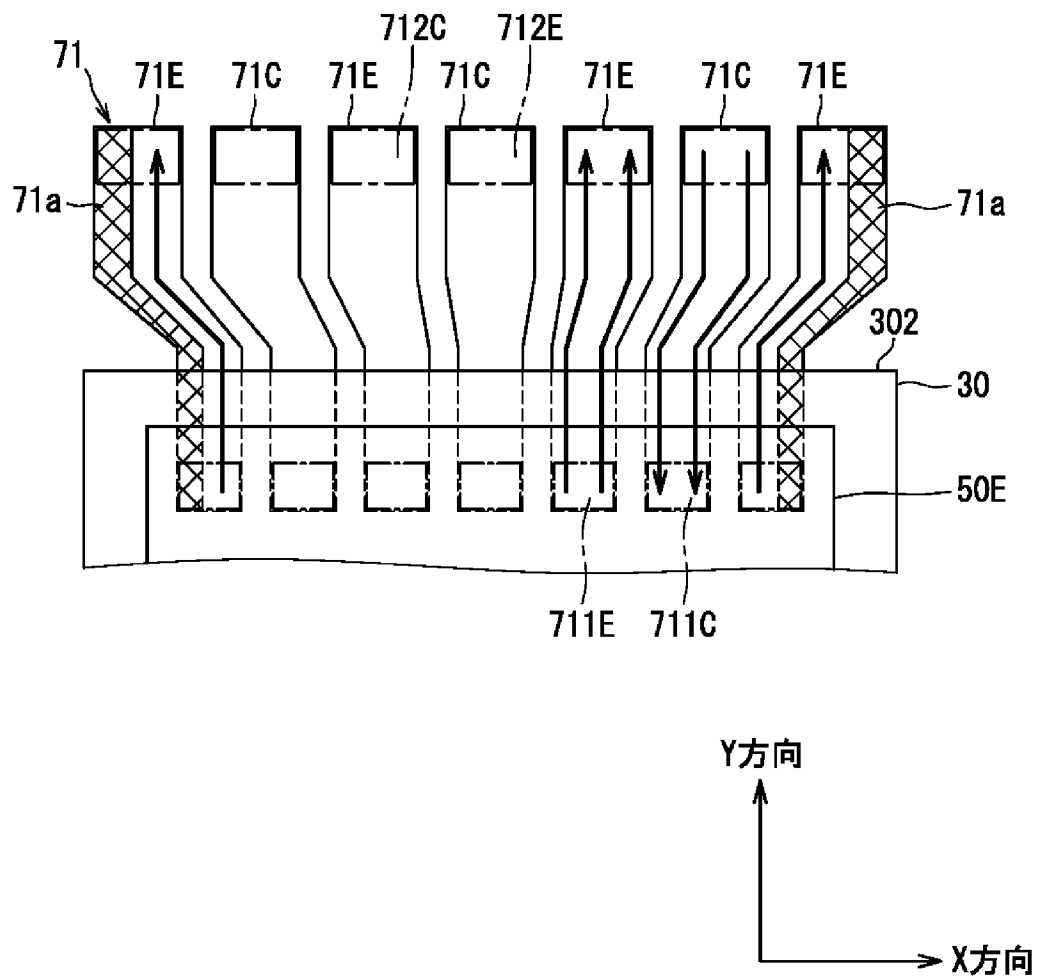
[図6]

図6



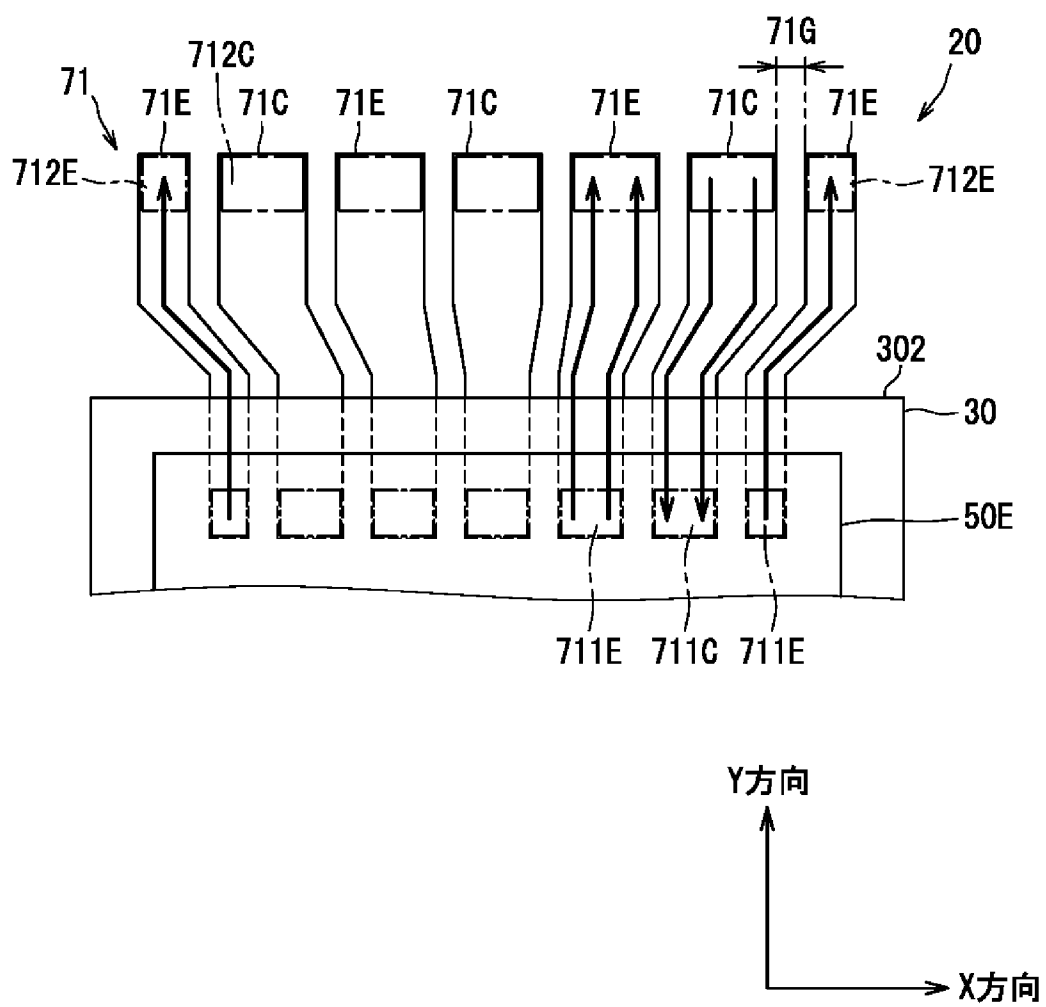
[図7]

図7



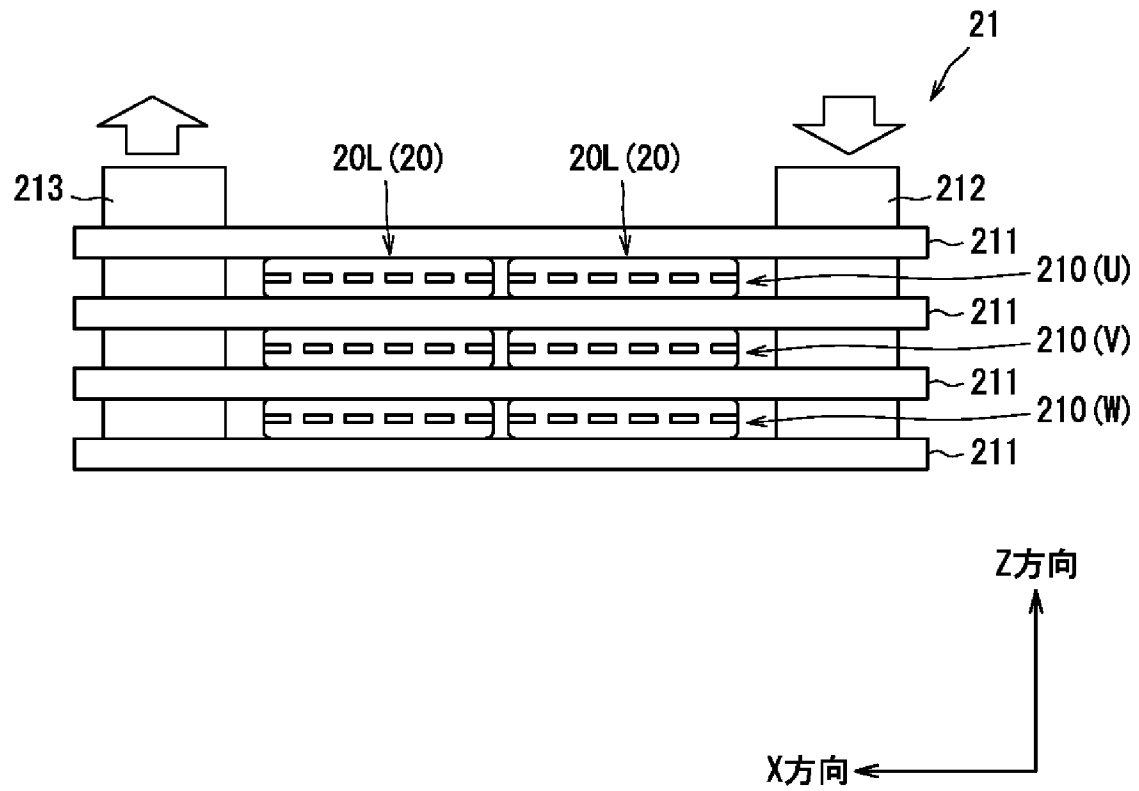
[図8]

図8



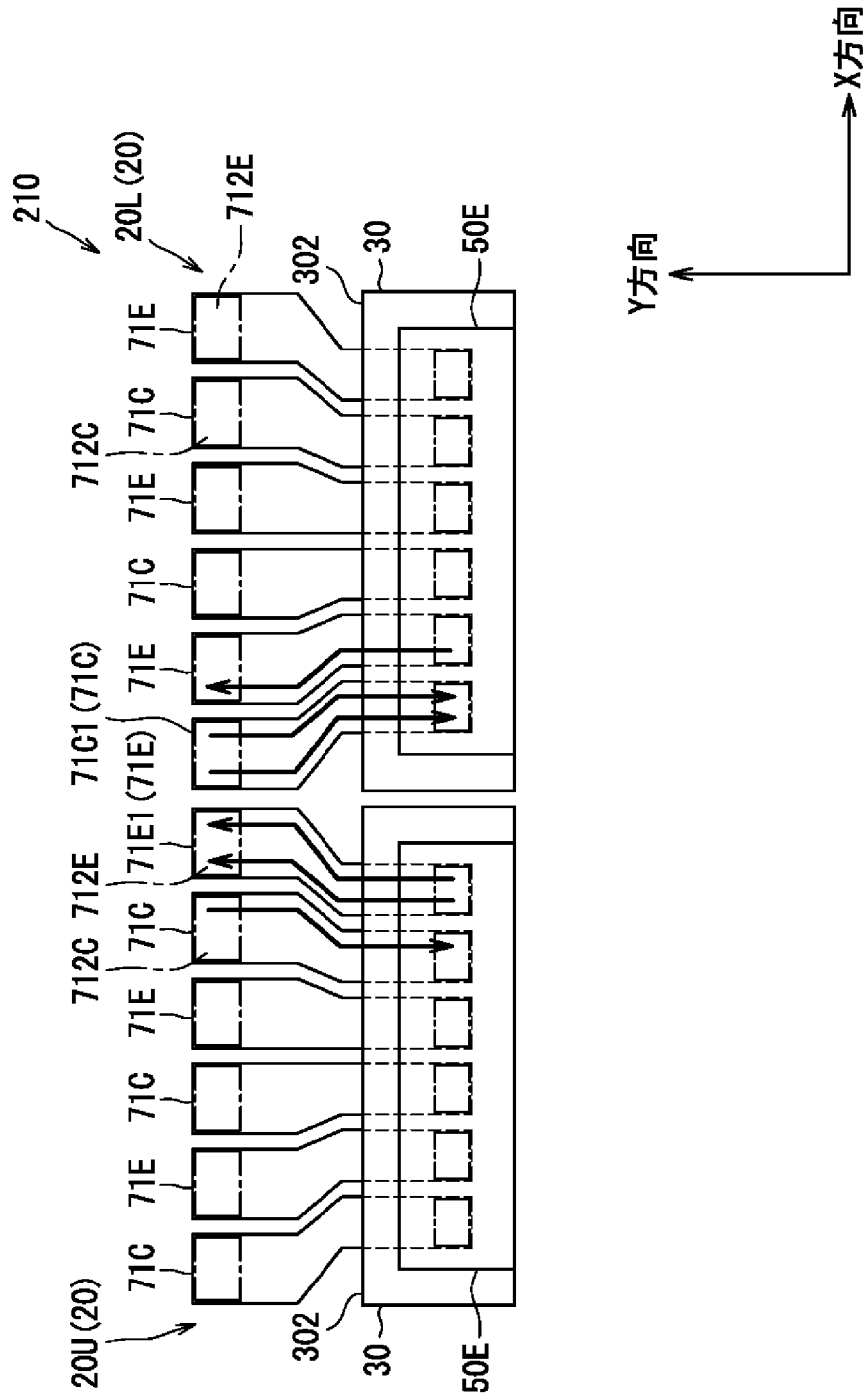
[図9]

図9



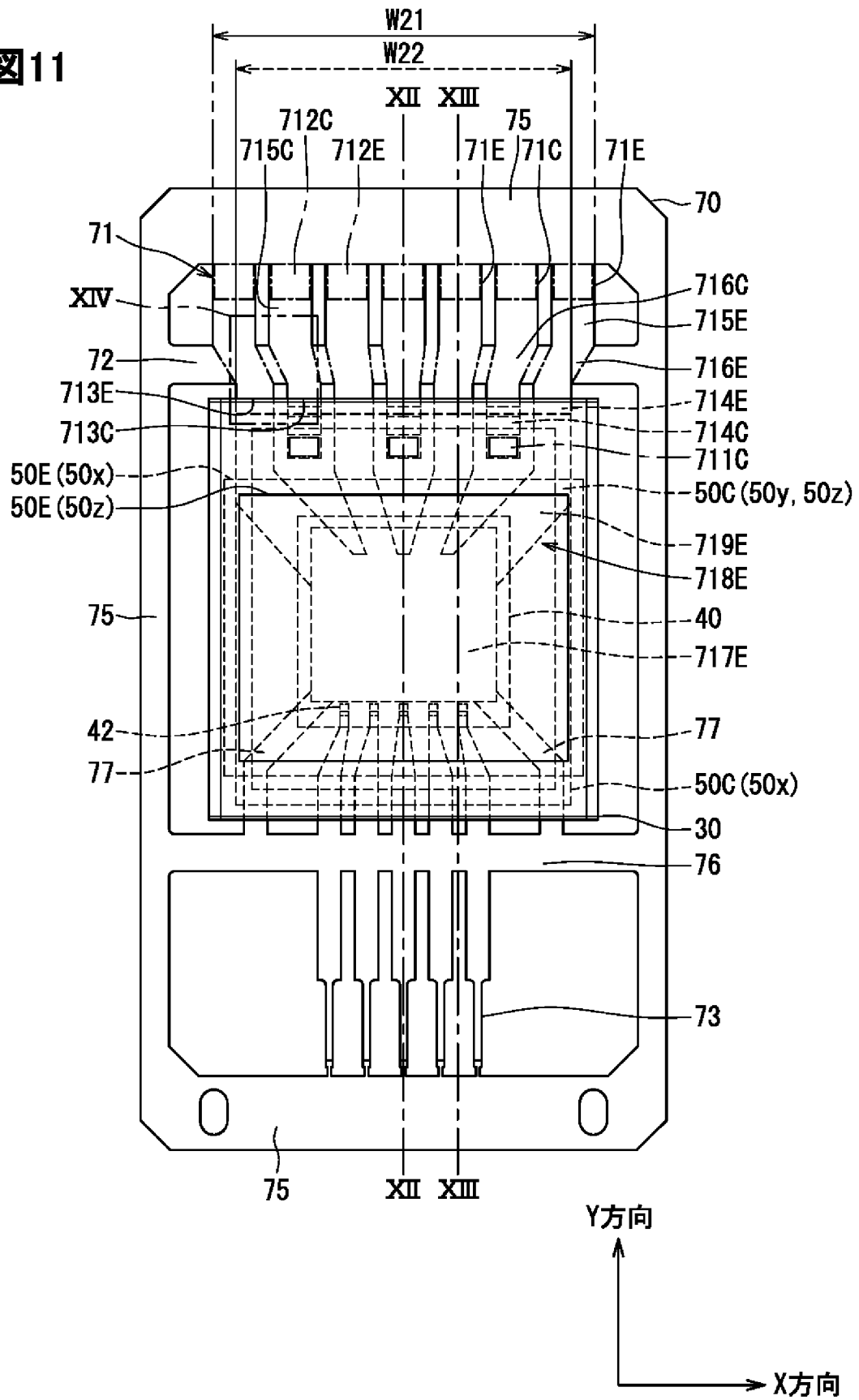
[図10]

図10

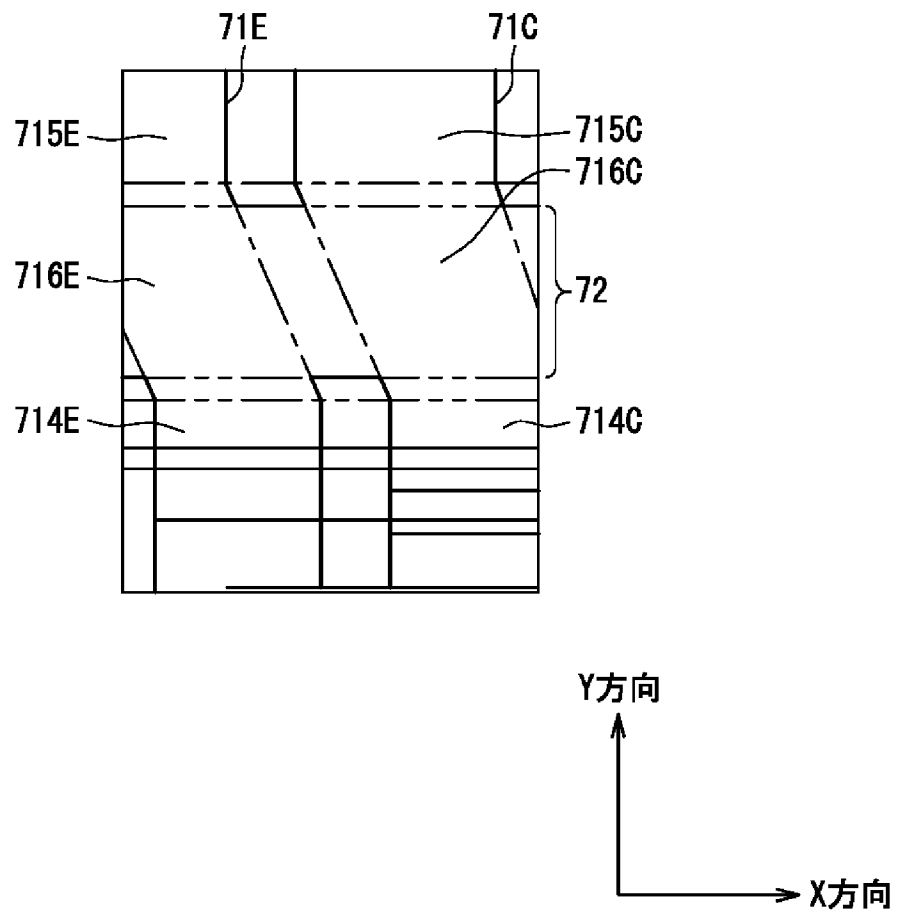


[図11]

図11



[図14]

図14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/005573

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/48 (2006.01) i; H01L 25/07 (2006.01) i; H01L 25/18 (2006.01) i
FI: H01L23/48 G; H01L25/04 C

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L23/48; H01L25/07; H01L25/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-67657 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 26.04.2018 (2018-04-26) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2014-127583 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 07.07.2014 (2014-07-07) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2015-208115 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 19.11.2015 (2015-11-19) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2011-199039 A (TOSHIBA CORP.) 06.10.2011 (2011-10-06) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2014-50118 A (HITACHI, LTD.) 17.03.2014 (2014-03-17) entire text, all drawings	1-8
A	US 8508025 B2 (LIU) 13.08.2013 (2013-08-13) entire text, all drawings	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
27 April 2020 (27.04.2020)

Date of mailing of the international search report
12 May 2020 (12.05.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/005573

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2020/021843 A1 (DENSO CORP.) 30.01.2020 (2020-01-30) entire text, all drawings	1-8
P, A	WO 2020/021881 A1 (DENSO CORP.) 30.01.2020 (2020-01-30) entire text, all drawings	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/005573

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-67657 A	26 Apr. 2018	(Family: none)	
JP 2014-127583 A	07 Jul. 2014	(Family: none)	
JP 2015-208115 A	19 Nov. 2015	(Family: none)	
JP 2011-199039 A	06 Oct. 2011	(Family: none)	
JP 2014-50118 A	17 Mar. 2014	US 2015/0189784 A1 entire text, all drawings	
		WO 2014/034323 A1	
US 8508025 B2	13 Aug. 2013	US 2009/0194855 A1	
WO 2020/021843 A1	30 Jan. 2020	(Family: none)	
WO 2020/021881 A1	30 Jan. 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/48(2006.01)i; H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i FI: H01L23/48 G; H01L25/04 C		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L23/48; H01L25/07; H01L25/18		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2018-67657 A（トヨタ自動車株式会社）26.04.2018（2018-04-26） 全文、全図	1-8
A	JP 2014-127583 A（トヨタ自動車株式会社）07.07.2014（2014-07-07） 全文、全図	1-8
A	JP 2015-208115 A（トヨタ自動車株式会社）19.11.2015（2015-11-19） 全文、全図	1-8
A	JP 2011-199039 A（株式会社東芝）06.10.2011（2011-10-06） 全文、全図	1-8
A	JP 2014-50118 A（株式会社日立製作所）17.03.2014（2014-03-17） 全文、全図	1-8
A	US 8508025 B2 (LIU) 13.08.2013（2013-08-13） 全文、全図	1-8
P, A	WO 2020/021843 A1（株式会社デンソー）30.01.2020（2020-01-30） 全文、全図	1-8
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 27.04.2020		国際調査報告の発送日 12.05.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 正山 旭 5F 9276 電話番号 03-3581-1101 内線 3516

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, A	W0 2020/021881 A1 (株式会社デンソー) 30, 01, 2020 (2020 - 01 - 30) 全文、全図	1-8

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/005573

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-67657	A	26.04.2018	(ファミリーなし)	
JP	2014-127583	A	07.07.2014	(ファミリーなし)	
JP	2015-208115	A	19.11.2015	(ファミリーなし)	
JP	2011-199039	A	06.10.2011	(ファミリーなし)	
JP	2014-50118	A	17.03.2014	US 2015/0189784	A1
				全文、全図	
				WO 2014/034323	A1
US	8508025	B2	13.08.2013	US 2009/0194855	A1
WO	2020/021843	A1	30.01.2020	(ファミリーなし)	
WO	2020/021881	A1	30.01.2020	(ファミリーなし)	